

3262/KS/H/91 ✓

# **TUGAS AKHIR**

## **PENGARUH VARIASI KADAR ASPAL, PENETRASI DAN TEMPERATUR TERHADAP TEST MARSHALL**



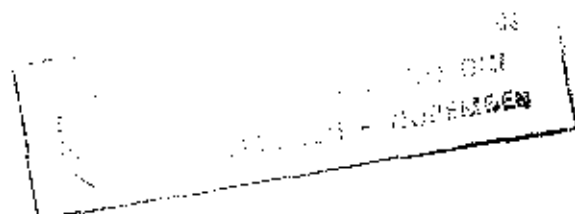
Oleh :

Sutoyo

**3853100351**

PSC  
625.85  
Slt  
P-1  
1990

**BIDANG STUDI PERHUBUNGAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
1990**



# **TUGAS AKHIR**

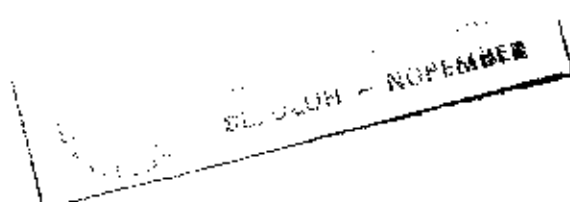
## **PENGARUH VARIASI KADAR ASPAL, PENETRASI DAN TEMPERATUR TERHADAP TEST MARSHALL**

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



(**SOEKISWO M. MOELJO**)

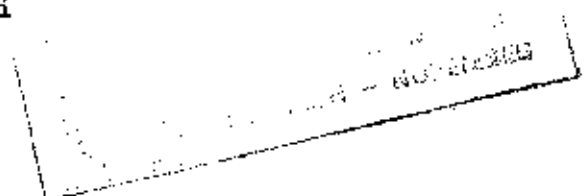
**BIDANG STUDI PERHUBUNGAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
1990**



KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan .....	4
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	5
1.4. Lingkup Penelitian .....	6
1.5. Metodologi Penelitian .....	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI PENUNJANG	
2.1. Karakteristik dari Mastic asphalt - dan Gussasphalt .....	8
2.2. Bitumen asbuton .....	10
2.3. Aspal karet .....	11
2.4. Hasil test / percobaan dengan latex .....	12
2.5. Modifer .....	21
2.6. Spesifikasi material untuk campuran aspal penetrasi rendah (mastic aspal )untuk perkerasan jalan .....	21

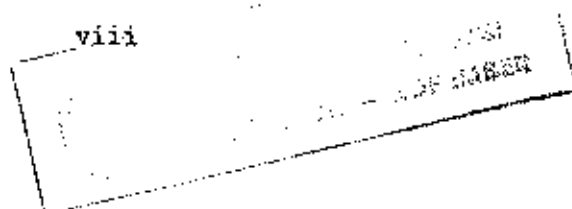
BAB III.	KEGIATAN DI LABORATORIUM	
3.1.	Persiapan bahan .....	25
3.2.	Melakukan pemeriksaan sebagai bahan yang akan dipakai pada penelitian .....	25
3.3.	Melakukan ekstraksi bitumen asbuton .....	26
3.4.	Melakukan pencampuran bitumen asbuton long residu dan latex .....	28
3.5.	Melakukan pemeriksaan aspal .....	30
3.6.	Melakukan pembuatan benda uji .....	32
3.7.	Melakukan pengujian Marshall .....	33
BAB IV.	RINGKASAN HASIL TEST	
4.1.	Hasil pengujian material .....	37
4.2.	Hasil pengujian aspal penetrasi rendah ..	40
4.3.	Hasil test marshall .....	42
BAB V.	ANALISA HASIL TEST MARSHALL	
5.1.	Pengujian aspal penetrasi rendah.....	49
5.2.	Pengujian marshall pada suhu 60 °C.....	50
5.3.	Pengujian pada suhu 45°C dan 30 °C.....	58
BAB VI.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	65
	DAFTAR PUSTAKA .....	68
	LAMPIRAN .....	69

1. Tabel 2.1	: Hasil pemeriksaan asmin. Pen. 60/70 + latex KKK 60 % pada suhu pencampuran 130 + 10 C ( Leksmningsih )	17
2. Tabel 2.2	: Hasil pemeriksaan asmin. Pen. 60/70 + latex KKK 60 % pada suhu pencampuran 160 + 10 C ( Leksmningsih )	18
3. Tabel 2.3	: Hasil pemeriksaan asmin. Pen. 60/70 + latex KKK 60 % pada suhu pencampuran 180 + 10 C ( Leksmningsih )	18
4. Tabel 2.4	: Hasil pemeriksaan asmin. Pen. 80/100 + latex KKK 60 % pada suhu pencampuran 160 + 10 C ( Leksmningsih )	19
5. Tabel 2.5	: Hasil pemeriksaan AC dengan latex (Polysar latex divison of polysar incorporated AS , 1983 )	20
6. Tabel 2.6	: Spesifikasi agregat kasar sesuai petunjuk pelaksanaan laston (No. 13/PT/B/1983)	22
7. Tabel 2.7	: Spesifikasi agregat halus sesuai petunjuk pelaksanaan laston (No. 13/PT/B/1983)	23
8. Tabel 2.8	: Spesifikasi untuk modifer minyak berat ( Bina Marga , 1988 )	23
9. Tabel 2.9	: Spesifikasi untuk modifer minyak ringan ( Bina Marga , 1988 )	24
10. Tabel 2.10	: Spesifikasi mastic aspal (ASTM D - 491 - 41)	24



11. Tabel 3.1	: Perhitungan Komposisi gradasi	
	untuk masing - masing kadar aspal	..... 36
12. Tabel 4.1	: Pemeriksaan agregat Kasar & halus	..... 37
13. Tabel 4.2	: Pemeriksaan aspal minyak Pen. 60/70	..... 38
14. Tabel 4.3	: Pemeriksaan bitumen asbuton (Nurina H.)	..... 38
15. Tabel 4.4	: Pemeriksaan long residu (Nurina H.)	..... 39
16. Tabel 4.5	: Pemeriksaan latex KKK 60 % (BPP, Bogor)	..... 40
17. Tabel 4.6	: Hasil test aspal penetrasi rendah	
	dengan BA : LR : Latex = 18 : 1 : 1	..... 41
18. Tabel 4.7	: Hasil test aspal penetrasi rendah	
	dengan BA : LR : Latex = 36 : 3 : 2	..... 41
19. Tabel 4.8	: Hasil test aspal penetrasi rendah	
	dengan BA : LR : Latex = 18 : 2 : 1	..... 42
20. Tabel 4.9	: Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
	20/30 pada suhu 60 C	..... 43
21. Tabel 4.10	: Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
	20/30 pada suhu 45 C	..... 43
22. Tabel 4.11	: Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
	20/30 pada suhu 30 C	..... 44
23. Tabel 4.12	: Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
	30/40 pada suhu 60 C	..... 44
24. Tabel 4.13	: Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
	30/40 pada suhu 45 C	..... 45
25. Tabel 4.14	: Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
	30/40 pada suhu 30 C	..... 45
26. Tabel 4.15	: Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
	40/50 pada suhu 60 C	..... 46

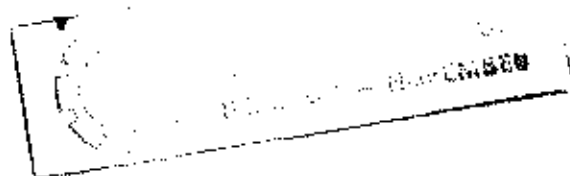
27. Tabel 4.16 : Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
40/50 pada suhu 45 C .....	46
28. Tabel 4.17 : Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
40/50 pada suhu 30 C .....	47
29. Tabel 4.18 : Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
60/70 pada suhu 60 C .....	47
30. Tabel 4.19 : Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
60/70 pada suhu 45 C .....	48
31. Tabel 4.20 : Hasil test Marshall untuk aspal Pen.	
60/70 pada suhu 30 C .....	48
32. Tabel 5. 1 : Spesifikasi untuk HRS .....	50
33. Tabel 5. 2 : Angka pembanding untuk aspal	
Penetrasi 20/30 .....	65
34. Tabel 5. 3 : Angka pembanding untuk aspal	
Penetrasi 30/40 .....	65
35. Tabel 5. 4 : Angka pembanding untuk aspal	
Penetrasi 40/50 .....	66
36. Tabel 5. 5 : Angka pembanding untuk aspal minyak	
Penetrasi 60/70 .....	66



# DAFTAR GAMBAR

Hal

1. Gambar 2.1 : Penetrasi aspal karet dengan kadar dan jenis karet yang berbeda .....	13
2. Gambar 2.2 : Titik lembek aspal karet dengan kadar dan jenis karet berbeda .....	14
3. Gambar 2.3 : Viscositas aspal karet dengan kadar dan jenis karet berbeda .....	15
4. Gambar 2.4 : Stabilitas Marshall aspal karet dengan kadar dan jenis karet berbeda .....	16
5. Gambar 3.1 : Spec. gradasi HRS B .....	35
6. Gambar 5.1 : Hubungan Stabilitas dengan Flow .....	51
7. Gambar 5.2 : Hub. suhu dan Angka banding stabilitas untuk aspal Pen. 20 - 30 .....	67
8. Gambar 5.3 : Hub. suhu dan Angka banding stabilitas untuk aspal Pen. 30 - 40 .....	67
9. Gambar 5.4 : Hub. suhu dan Angka banding stabilitas untuk aspal Pen. 40 - 50 .....	68
10 Gambar 5.5 : Hub. suhu dan Angka banding stabilitas untuk aspal Pen. 60 - 70 .....	68
11 Gambar 5.6 : Hub. suhu dan Angka banding suhu dan angka untuk aspal Pen. 20 - 30 .....	69
12 Gambar 5.7 : Hub. suhu dan Angka banding flow untuk aspal Pen. 30 - 40 .....	69
13 Gambar 5.8 : Hub. suhu dan Angka banding flow untuk aspal Pen. 40 - 50 .....	70
14 Gambar 5.9 : Hub. suhu dan Angka banding flow untuk aspal minyak Pen. 60 - 70 .....	70





## KATA PENGANTAR

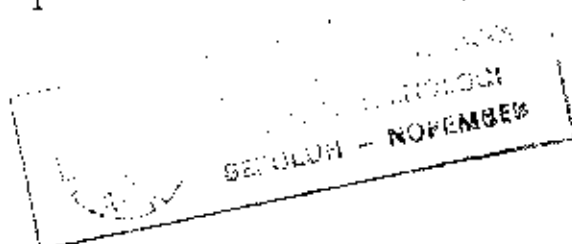
Segala puji dan rasa syukur saya panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Kuasa . Berkat rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul " PENGARUH VARIASI KADAR ASPAL, PENETRASI DAN TEMPERATUR TERHADAP TEST MARSHALL"

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, ucapan terima kasih dan rasa hormat yang dalam perlu saya sampaikan Kepada Bapak Ir. Soekiswo sebagai dosen pembimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Saya sampaikan rasa terima kasih Kepada :

1. Bapak Ir. Pinardi Koestalam, M. Sc. sebagai Kepala Laboratorium Perhubungan FTSP - ITS, yang mengijin saya untuk menggunakan fasilitas Laboratorium dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Indrasurya B. Mochtar M. Sc. Ph. D. yang banyak membantu kelancaran pelaksanaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prayogi Iriyanto dan staf laborat lainnya yang setia membantu serta mengarahkan pelaksanaan Tugas Akhir ini.
4. Dan rekan - rekan lain yang sudi membantu pelaksanaan Tugas Akhir ini.

Semoga amal baik mereka semua mendapat balasan yang setimpal dari Allah YANG MAHA KUASA.



Saya menyadari bahwa penyusunan Tugas akhir ini masih banyak kekurangan , karena itu kritik dan saran dari pembaca Tugas Akhir ini sangat diperlukan, agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi yang menyusun, yang membaca dan sekaligus yang memperbaikinya berupa kritik dan saran.

Surabaya, 5 Oktober 1990

Penyusun,

S u t o y o

-----  
3853100351

## BAB I

### PENDAHULUAN

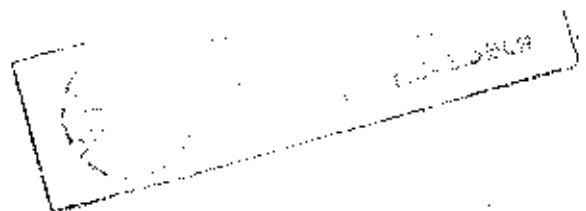
#### 1.1 Latar belakang.

Selama ini di Indonesia aspal yang dipakai sebagai besar aspal minyak. Aspal minyak yang dipakai umumnya hanya aspal minyak yang mempunyai nilai penetrasi 60/70, 80/100 dan 100/120. Pemakaian aspal minyak ini dibedakan berdasarkan kelas lalu lintas jalan raya, yaitu :

1. Untuk lalu lintas berat dipakai asmin. Pen. 60/70.
2. Untuk lalu lintas sedang dipakai asmin. Pen. 80/100.
3. Untuk lalu lintas ringan dipakai asmin. Pen. 100/120.

Aspal dengan nilai penetrasi kurang dari 60 umumnya dianggap tidak memenuhi syarat, karena diperkirakan setelah ageing nilai penetrasi kurang dari yang di syaratkan (40), dimana perkerasan aspal dinyatakan mudah retak karena sifat aspal tersebut yang menjadi getas.

Anggapan diatas kiranya kurang kurang tepat sebab dinegara - negara tertentu misalnya , Jerman dan Jepang sudah lama sekali digunakan perkerasan jalan dengan sistim mastic aspal & gussasphalt, yaitu perkerasan jalan dengan aspal yang mempunyai nilai penetrasi kurang dari 40. Ternyata jenis aspal seperti itu dapat bertahan selama umur rencana.



Anggapan bahwa perkerasan aspal akan mudah menjadi retak bila nilai penetrasi kurang dari 40 adalah kurang benar karena keawetan aspal dan ketahanan terhadap beban berulang juga disebabkan oleh jumlah kadar aspal dalam campuran. Dari sistem gaussasphalt & mastic aspal dapat diketahui bahwa aspal penetrasi rendah pun dapat berfungsi dengan baik apabila kadar aspal dalam campuran cukup tinggi.

Pada sistem mastic aspal & gaussasphalt, jumlah rongga dalam campuran tidak dipermasalahkan karena aspalnya yang menahan beban kendaraan, bukan agregatnya. Agregat hanya sebagai bahan pengisi. Jadi bila viskositas aspal dapat dibuat tinggi sekali atau nilai penetrasi aspal rendah sekali, aspal tersebut diharapkan dapat menahan beban kendaraan tanpa berubah bentuk. Jadi bleeding dan lain-lain juga tidak menjadi soal.

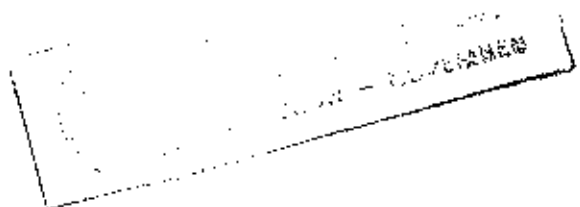
Selama ini di Indonesia belum pernah dipakai aspal penetrasi rendah karena memang persyaratan yang ada tidak memperbolehkannya. Tentunya perlu diselidiki kemungkinan penggunaan aspal penetrasi rendah untuk pemakaian perkerasan di tempat-tempat khusus seperti : perkerasan jalan pada daerah yang sering tergenang air (banjir), persilangan dengan jalan kereta api (dimana di daerah tersebut terjadi kembang susut secara berulang karena perbedaan suhu, yang menyebabkan perkerasan

sering mengalami perubahan bentuk) dan pada lantai jembatan yang menggunakan plat baja dan lain- lain.

Untuk maksud tersebut harus diadakan studi untuk mengetahui bagaimana pengaruh penetrasi aspal terhadap hasil test marshall. Ini untuk melihat kenaikan stabilitas marshall dengan turunnya nilai penetrasi aspal.

Disamping itu perlu diketahui berapa kadar aspal yang paling optimum untuk masing - masing jenis penetrasi aspal yang dipakai sedemikian rupa sehingga campuran aspal tetap tahan terhadap beban berulang dan tidak mudah getas. Seperti diketahui di depan ketahanan campuran perkerasan aspal terhadap beban berulang/ lendutan juga dipengaruhi oleh Kadar aspal. Jadi harus diketahui Kadar aspal yang bagaimana pada campuran aspal penetrasi rendah tersebut, sehingga campuran perkerasan aspal tersebut dapat dipakai sebagai perkerasan yang memenuhi syarat.

Di Indonesia temperatur perkerasan di jalan pada umumnya berkisar antara  $20^{\circ}\text{C}$  -  $50^{\circ}\text{C}$ , tetapi pada sa'at tertentu temperatur perkerasan jalan dapat meningkat sampai  $60^{\circ}\text{C}$ . Untuk itu perlu diketahui bagaimana pengaruh temperatur tersebut pada harga stabilitas Marshall terutama untuk campuran dengan nilai penetrasi rendah.



3. Belum diketahui bagaimana hubungan antara suhu dengan hasil test Marshall terutama untuk aspal penetrasi rendah pada bermacam - macam kadar aspal.

#### 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui besarnya pengaruh nilai aspal penetrasi rendah terhadap hasil test Marshall
2. Untuk mengetahui rentang harga kadar aspal yang baik pada campuran dengan bitumen yang memiliki nilai penetrasi rendah.
3. Untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap hasil test Marshall pada masing - masing nilai Kadar aspal terutama untuk aspal penetrasi rendah.

Manfaat dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Dapat ditentukan prosentase kadar aspal optimum untuk berbagai variasi nilai Penetrasi.
2. Pelaksanaan test Marshall dapat dilakukan pada sembarang temperatur, sehingga waktu pelaksanaan test Marshall dapat dipersingkat dan tidak diperlukan sistim water bath lagi.
3. Dapat memanfaatkan asbuton semaksimal mungkin sehingga dapat menghemat devisa negara.

#### 1.4 Lingkup Penelitian

Karena terbatasnya waktu, dana dan peralatan Laboratorium yang terbatas yang tersedia, maka dilakukan pembatasan - pembatasan dalam penelitian sebagai berikut :

1. Penetrasi yang dipilih adalah :  
20/30 ; 30/ 40 : 40/50.
2. Variasi suhu yang dipilih hanya :  
30 °C ; 45 °C dan 60 °C.
3. Variasi Kadar aspal :
  - aspal penetrasi 60/70 : 6, 7, 8, 9, 10
  - aspal penetrasi 40/50 : 9, 11, 13
  - aspal penetrasi 30/40 : 10, 11, 12, 13
  - aspal penetrasi 20/30 : 10, 11, 12, 13, 14
4. Spec. campuran aspal yang dipakai ditentukan sesuai dengan spec. HRS B
5. Dalam penelitian ini Analisa biaya tidak ditinjau.

#### 1.5. Metologi Penelitian

Langkah - langkah yang diambil dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan pembentuk campuran. Bahan pembentuk campuran terdiri dari agregat dan aspal.
2. Membuat campuran aspal penetrasi rendah dengan berbagai variasi harga penetrasi yaitu : 20/30 ; 30/40 dan 40/50. Cara yang dipakai adalah dengan mencampur bitumen asbuton, long residu dan latex.



#### 1.4 Lingkup Penelitian

Karena terbatasnya waktu, dana dan peralatan Laboratorium yang terbatas yang tersedia, maka dilakukan pembatasan - pembatasan dalam penelitian sebagai berikut :

1. Penetrasi yang dipilih adalah :  
20/30 ; 30/ 40 : 40/50.
2. Variasi suhu yang dipilih hanya :  
30 °C ; 45 °C dan 60 °C.
3. Variasi Kadar aspal :
  - aspal penetrasi 60/70 : 6, 7, 8, 9, 10
  - aspal penetrasi 40/50 : 9, 11, 13
  - aspal penetrasi 30/40 : 10, 11, 12, 13
  - aspal penetrasi 20/30 : 10, 11, 12, 13, 14
4. Spec. campuran aspal yang dipakai ditentukan sesuai dengan spec. HRS B
5. Dalam penelitian ini Analisa biaya tidak ditinjau.

#### 1.5. Metodologi Penelitian

Langkah - langkah yang diambil dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan pembentuk campuran. Bahan pembentuk campuran terdiri dari agregat dan aspal.
2. Membuat campuran aspal penetrasi rendah dengan berbagai variasi harga penetrasi yaitu : 20/30 ; 30/40 dan 40/50. Cara yang dipakai adalah dengan mencampur bitumen asbuton, long residu dan latex.





3. Menguji aspal penetrasi rendah dari hasil campuran di atas, apakah sudah memenuhi spec. atau belum.
4. Melakukan perubahan komposisi campuran antara bitumen asbuton, long residu dan latex apabila hasil pengujian pada point 3 tidak memenuhi spec.
5. Melakukan pencampuran agregat dengan aspal pada masing - masing kadar aspal untuk membuat benda uji (bricket) yang siap di uji dengan Marshall test.
6. Melakukan pengujian bricket dari hasil nomor 5 dengan Marshall test.
7. Menganalisa hasil test Marshall.

## BAB II

### Tinjauan pustaka

#### 2.1. Karakteristik dari Mastic asphalt dan Guss asphalt

Ada dua macam pengertian tentang aspal penetrasi rendah yaitu : Mastic asphalt dan Guus Asphalt.

Oleh J.M EDWARDS (th 1973) di jelaskan bahwa :

1. Mastic asphalt memiliki kreteria sbb :

- campuran berkadar aspal tinggi,
- tidak berpori,
- stabilitas perkerasan didapat hanya akibat tekanan bahan bitumennya saja,
- Kekakuan bitumen didukung oleh banyaknya filter dan nilai penetrasi bitumen pada suhu 25 °C adalah 10 s/d 30,

2. Guus asphalt memiliki kreteria sbb :

- campuran dengan kadar aspal diatas 9% ,
- Kadar pori 1% ,
- stabilitas perkerasan didukung oleh banyaknya bitmen, pasir dan filler, dan
- nilai penetrasi bitmen pada suhu 25 C ° adalah 40 s/d 70.

Oleh A.R LEE (1989)

Dikatakan bahwa lapisan perkerasan jalan yang menggunakan Mastic asphalt adalah jenis lapisan perkerasan yang memiliki harga relatif mahal. Mastic asphalt membentuk lapisan kedap air, memiliki tingkat

keawetan tinggi dan tahan terhadap deformasi yang tinggi pula. Pemakaian mastic asphalt ini terutama pada daerah yang dilalui oleh kendaraan roda besi dan kendaraan yang menggunakan fasilitas jalan rel. Juga merupakan pelapis lantai jembatan yang menggunakan plat dari baja. Untuk membuat agar lapisan tersebut tidak licin, maka permukaan perkerasan harus dilapisi dengan bahan tambahan yang disebut sebagai "Chippings", yaitu berupa lapisan kerikil pasir yang di sebar dipermukaan. Lapisan mastic asphalt diletakan pada lapisan pondasi yang kaku dan pada umumnya dengan ketebalan tidak kurang dari 1,5 inch (4,0 cm). Mastic Asphalt telah digunakan sebagai pondasi untuk lapisan batuan aspal anti slip. Alasan pemakaian ini adalah mastic asphalt merupakan lapisan yang kedap dan tahan terhadap deformasi.

Oleh Saito dan Kirihara (1989) melaporkan pengamatan mereka tentang pemakaian Guusasphalt pada lantai jembatan baja di Okinawa, pulau paling selatan di Jepang. Sebagai alasan yang sangat penting mengapa Guus asphalt di pakai untuk perkerasan pada lantai jembatan baja adalah : Guusasphalt tahan terhadap pengaruh air, memiliki sifat fleksibelitas yang tinggi, serta menjaga kestabilan dan deformasi dari struktur lantai jembatan akibat vibrasi dari beban kendaraan. Selain fungsi di atas, Guusasphalt juga sebagai lapisan permukaan perkerasan untuk daerah dingin. Dibawah beban roda ban rantai, tidak akan ada keausan atau retak berat.

Guusasphalt dapat dipakai juga perkerasan jalan pada daerah pegunungan. Guusasphalt yang diberi chippings dipakai untuk perkerasan anti slip. Proses pemberian chipping adalah sebagai berikut :

Setelah Guusasphalt dihampar , sementara kondisinya tetap cair, diberi chippings yang ditekan dengan mesin peratakan jalan.

## 2.2. Bitumen Asbuton.

Asbuton adalah sumber kekayaan alam Indonesia. Dari hasil penelitian diketahui bahwa sifat - sifat yang ada pada bitumen asbuton juga terdapat pada aspal minyak, bedanya terletak pada kandungan maltene dan aspaltene. Karena proses kimiawi yang panjang, maka kandungan maltene pada bitumen asbuton berkurang. Dengan berkurangnya kandungan maltene ini menyebabkan bitumen asbuton memiliki sifat seperti berikut :

- nilai Penetrasi rendah sekali, yaitu antara 2 - 10
- sangat getas sebab nilai daktilitas antara 2 - 5 cm,
- titik lembek tinggi , yaitu antara 75 - 85°C,
- kadar parafin rendah , yaitu antara 3 - 8 %

Dengan adanya sifat - sifat seperti di atas pada asbuton, maka dapat menyebabkan bitumen asbuton dapat dipakai sebagai bahan pengikat agregat pada perkerasan yang baik. Dengan rendahnya harga penetrasi, tingginya nilai titik lembek menyebabkan perkerasan tidak mudah " Bleeding ", dan kecilnya kadar parafin menyebabkan daya rekat terhadap agregat sangat kuat sehingga tidak mudah terkelupas.



### 2.3. Aspal Karet.

Aspal Karet adalah campuran antara aspal dengan karet. Penelitian penggunaan aspal karet ini dimulai sejak akhir abad XIX dan berhenti sejak adanya perang dunia II. Kemudian berkembang lagi sejak tahun 1950 dimana karet sebagai bahan perkerasan jalan dipakai oleh negara - negara seperti Amerika Serikat, Inggris, Belanda dan Malaysia. Pemakaian aspal Karet ditingkatkan sebagai bahan perkerasan pada lapangan terbang. Negara yang pertama kali memakai aspal karet sebagai lapangan terbang adalah Inggris, kemudian disusul Kanada dan Australia. (BRBD 1956)

Di Indonesia pemakaian aspal Karet dirintis sejak tahun 1938, tetapi tidak berlangsung lama. Kemudian penelitian aspal Karet berkembang lagi sekitar tahun 1960, yang mana dalam penelitian tersebut menggunakan beberapa jenis karet, yaitu : karet butiran, karet padat dan karet cair. ( latex kebun dan latex pekat). Ternyata dari hasil penelitian didapatkan bahwa letex pekat lebih mudah dan praktis dipakai sebagai bahan pembuatan aspal karet. ( Suwarti suseno 1973)

Keuntungan pemakaian aspal Karet pada perkerasan jalan menurut Suwarti Suseno adalah sebagai berikut :

1. Jalan aspal karet jauh lebih kedap air, sehingga tidak mudah rusak akibat genangan air dan akibat hujan.
2. Memiliki titik lembek tinggi, sehingga tidak mudah leleh akibat sinar matahari.

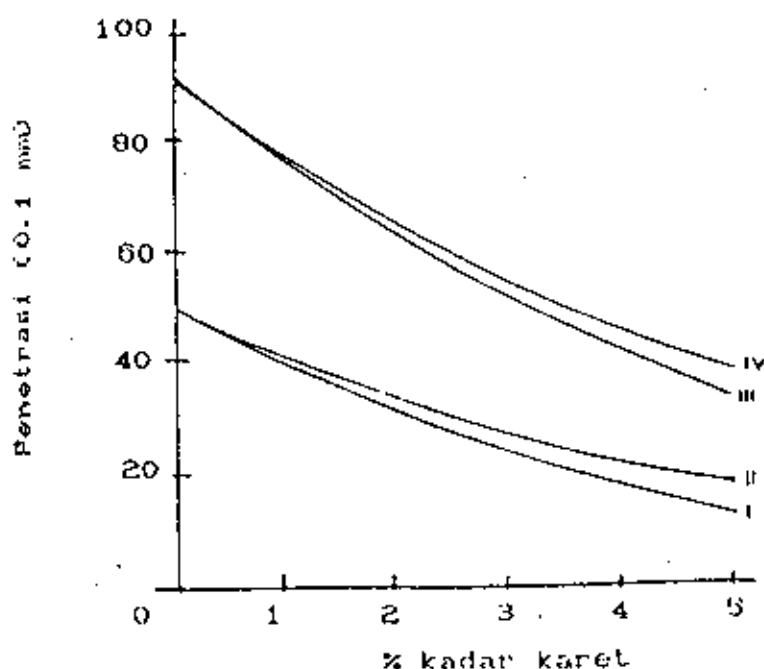
3. Lebih elastisitas dan tahan aus, juga tahan retak.
4. Tahan cuaca, baik suhu rendah atau suhu tinggi
5. Daya rekat terhadap batu, kerikil dan pasir sangat tinggi sehingga tidak mudah lepas.
6. Jalan lebih Keras dan tidak licin, sehingga mencegah terjadinya slip bagi kendaraan.
7. Umur perkerasan lebih awet, diantaranya karena Kecepatan proses penuaan campuran lebih lambat dari aspal minyak.

#### 2.4. Hasil - hasil test / percobaan dengan latex.

1. Suwanti Suseno (BPP Bogor, 1987)

Dari penelitian disebutkan bahwa, penambahan kadar latex akan memberikan hasil sebagai berikut :

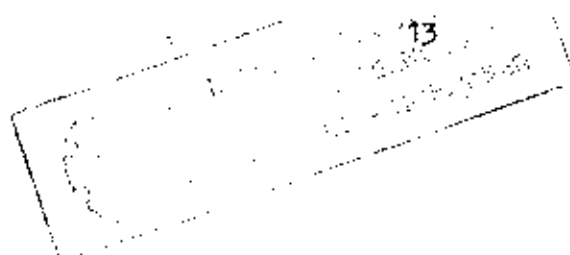
- penetrasi makin menurun ( Gambar 2.1)
- titik lembek naik (Gambar 2.2)
- stabilitas naik (Gambar 2.3)
- viscositas naik (Gambar 2.4)

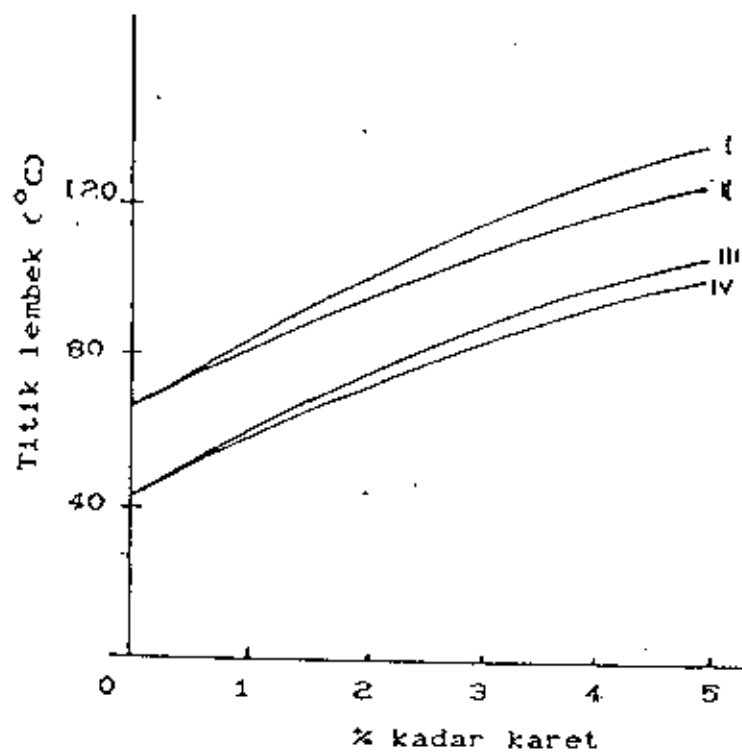


Gambar 2.1 : Penetrasi aspal karet dengan kadar dan jenis karet yang berbeda

Keterangan :

- I : Aspal Pen 40/50 dengan lateks pekat
- II : Aspal Pen 40/50 dengan RSS II
- III : Aspal Pen 80/100 dengan lateks pekat
- IV : Aspal Pen 80/100 dengan RSS II



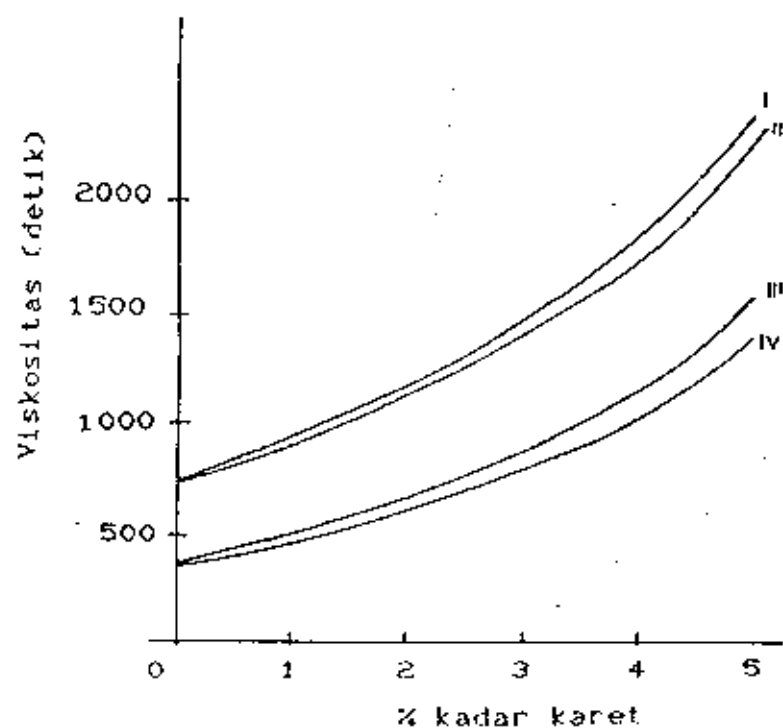


Gambar 2.2 : Titik lembek aspal karet dengan kadar dan jenis karet yang berbeda

Keterangan :

- I : Aspal Pen 40/50 dengan lateks pekat
- II : Aspal Pen 40/50 dengan RSS II
- III : Aspal Pen 80/100 dengan lateks pekat
- IV : Aspal Pen 80/100 dengan RSS II

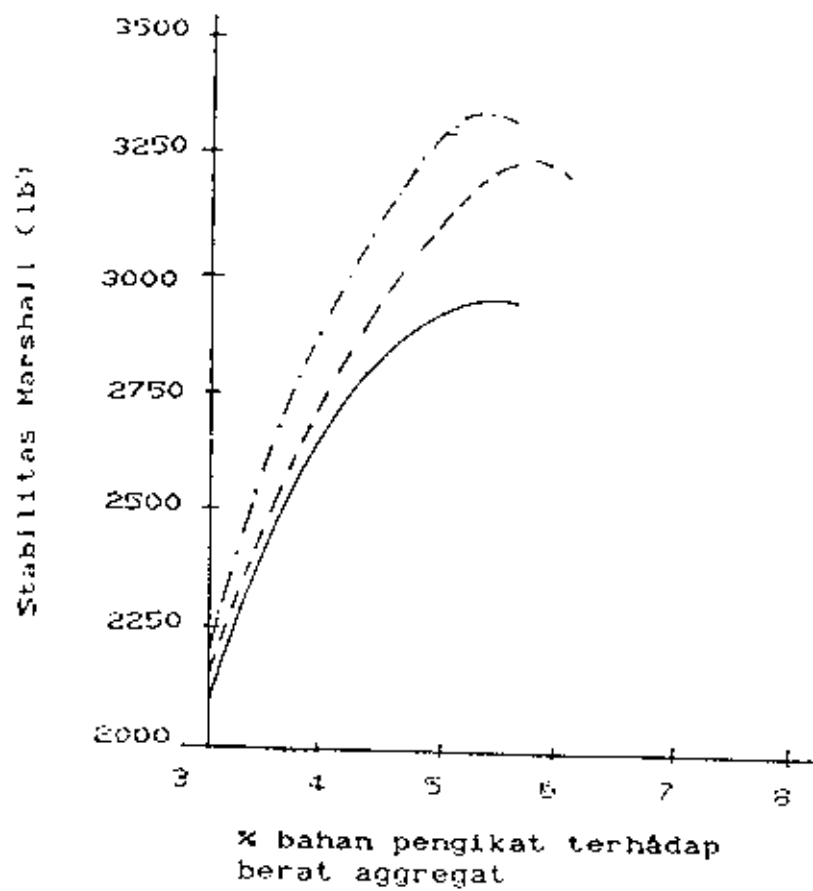




Gambar 2.3 : Viskositas aspal karet dengan kadar dan jenis karet yang berbeda

Keterangan :

- I : Aspal Pen 40/50 dengan lateks pekat
- II : Aspal Pen 40/50 dengan RSS II
- III : Aspal Pen 80/100 dengan lateks pekat
- IV : Aspal Pen 80/100 dengan RSS II



Gambar, 2.4 : Stabilitas Marshall aspal karet dengan kadar dan jenis karet yang berbeda

Keterangan :

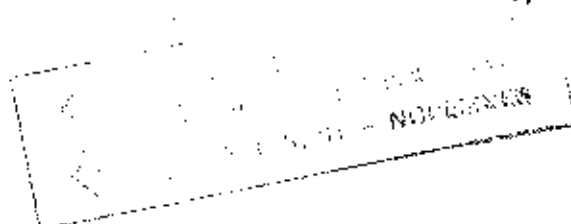
- : Aspal Pen 80/100
- : 5 % lateks pekat
- . - . - : 5 % lateks kebun

## 2. Leksminingsih (1987)

Hasil penelitian Leksminingsih yang dilakukan di Pusat Litbang jalan Bandung 1987, memberikan hasil bahwa dengan bertambahnya kadar latex, harga penetrasi menurun, titik lembek meningkat, kepekaan terhadap pemanasan lebih baik dan harga daktilitas tetap. Hasil lengkap penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1 - 2.4

Tabel 2.1 : Hasil pemeriksaan campuran asmin pen 60/70 + latex KKK 60 % pada suhu pencampuran  $130 \pm 10^{\circ}\text{C}$  ( Leksminingsih, 1987)

Pemeriksaan	Jenis Campuran						Satuan
	A0	A1	A3	A4	A5	A6	
Penetrasi	63	63	60	60	59	57	0,1 mm
Titik lembek	48	51	53	55	58	60	$^{\circ}\text{C}$
Daktilitas	>140	>140	>140	>140	>140	>140	cm
Penetrasi setelah kehilangan berat	88	90	91	91	94	94	% asli
P I	-1,2	-0,4	0	+0,4	+1,0	+1,4	



Tabel 2.2 : Hasil pemeriksaan campuran asmin pen 60/70 +  
 latex KKK 60 % pada suhu pencampuran  $160 \pm 10^{\circ}\text{C}$   
 (Leksminingsih, 1987)

Pemeriksaan	Jenis Campuran						Satuan
	A0	A1	A3	A4	A5	A6	
Penetrasi	63	62	61	60	59	57	0,1 mm
Titik lembek	48	51	53	55	58	60	$^{\circ}\text{C}$
Daktilitas	>140	>140	>140	>140	>140	>140	cm
Penetrasi setelah kehilangan berat	87	89	89	90	93	96	% asli
P I	-1,2	-0,5	-0,2	+0,4	+1,0	+1,2	

Tabel 2.3 : Hasil pemeriksaan campuran asmin pen 60/70 +  
 2.2 latex KKK 60 % pada suhu pencampuran  $180 \pm 10^{\circ}\text{C}$   
 (Leksminingsih, 1987)

Pemeriksaan	Jenis Campuran						Satuan
	A0	A1	A3	A4	A5	A6	
Penetrasi	62	62	61	60	56	56	0,1 mm
Titik lembek	49	51	55	57	60	62	$^{\circ}\text{C}$
Daktilitas	>140	>140	>140	>140	>140	>140	cm
Penetrasi setelah kehilangan berat	87	90	90	91	91	94	% asli
P I	-1,0	-0,4	+0,5	+0,9	+1,4	+1,6	

Tabel 2.4 : Hasil pemeriksaan campuran asmin pen 80/100 +  
 latex KKK 60 % pada suhu pencampuran  $160 \pm 10^{\circ}\text{C}$   
 ( Leksmningsih, 1987)

Pemeriksaan	Jenis Campuran									
	A0	A1	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	Satuan
Penetrasi	90	87	85	83	81	80	78	77	75	0,1 mm
Titik leleh	45	46	47	48	50	52	52	63	54	$^{\circ}\text{C}$
Daktilitas	>140	>140	>140	>140	>140	>140	>140	>140	>140	cm
Penetrasi setelah kehilangan berat	80	83	85	86	88	90	92	92	92	% asli
P 1	-1,1	-0,9	-0,6	-0,4	0,0	+0,4	+0,5	+0,6	+0,8	

dimana :

A0 : Asmin + 0 % latex	A5 : Asmin + 5 % latex
A1 : Asmin + 1 % Latex	A6 : Asmin + 6 % latex
A2 : Asmin + 2 % latex	A7 : Asmin + 7 % latex
A3 : Asmin + 3 % latex	A8 : Asmin + 8 % latex
A4 : Asmin + 4 % latex	A9 : Asmin + 9 % latex

Polysar Latex devision of polysar incorporated,  
 Amerika Serikat (1983)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, dengan bertambahnya latex  
 pada campuran aspal akan mengakibatkan :

- harga penetrasi menurun
- penurunan harga penetrasi sesudah ageing kecil
- daktilitas dan viscositas meningkat.

Tabel 2.5 : Hasil pemeriksaan campuran AC dengan latex  
(polysar latex division of polysar incorporated AS, 1983)

Asphalt type		AC - 10			AC - 5			AC - 2,5		
% latex solids		0	3	5	0	3	5	0	3	5
Test on original asphalt ASTM										
Penetration at 25°C	D5	76	63	50	122	96	85	205	147	122
Penetration at 4 .°C	D5	17	18	28	35	39	40	59	64	66
Viscosity at 60°C, CPoises	D2171	1176	3801	6474	471	1414	1972	237	749	2331
Viscosity at 135°C, C.St	D2170	307	1601	3040	211	902	2126	147	751	2844
Ductility at 4°C , cm	D113	20	150+	150+	89	150+	150+	122	150+	150+
Test on Thin film residu :										
Penetration at 25°C	D5	45	53	43	86	80	70	101	104	95
% of original		59,2	84,1	86,0	70,5	83,3	82,3	49,3	70,7	77,9
Penetration at 4 .°C	D5	11	17	24	28	34	31	42	58	57
% of original		64,7	94,4	85,7	80,0	87,2	77,5	71,2	90,6	86,4
Viscosity at 135°C, C.St	D2170	436	1581	8139	264	1376	5185	232	1596	8966
Viscosity at 60°C, Poises	D2171	2934	5871	14355	974	2151	3624	4167	1313	3606
Ductility at 4°C , cm	D113	6	69	79	13	150+	129	20	89	55

## 2.5. Modifer

Modifer adalah bahan cair yang ditambahkan untuk melunakkan bitumen asbuton, agar asbuton dapat berfungsi sebagai binder dalam campuran perkerasan jalan.

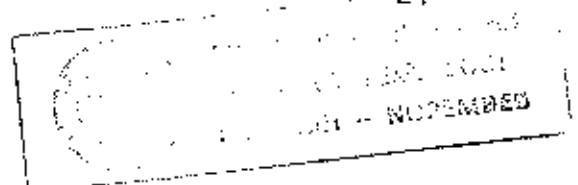
Fungsi pokok modifer menurut James (1987):

1. Dapat memobilir bahan bitumen asli dari asbuton secara cepat dengan pengenceran
2. Dapat merubah sifat bitumen asbuton asli menjadi optimal dari segi keawetan jangka panjang, viscositas, dan stabilitas.
3. Menghasilkan bahan bitumen bebas untuk meliput seluruh permukaan agregat kasar dan pasir yang ditambahkan agar didapatkan ikatan yang bagus antar agregat.
4. Mengandung bahan - bahan tambahan untuk mencegah penglupasan dan oksidasi yang berlebihan dari bahan bitumen asbuton.

Dengan melihat karakteristik bitumen asbuton di depan dan fungsi modifer yang ada, maka jelas bahwa antara modifer dan asbuton tidak dapat dipisahkan pemakaiannya dalam campuran perkerasan jalan.

## 2.6. Spesifikasi material untuk campuran aspal penetrasi rendah (mastic aspal) pada perkerasan jalan.

Material yang dipakai sebagai campuran aspal penetrasi rendah dan aspalnya sendiri harus memenuhi spesifikasi yang sudah ada. Spesifikasi - spesifikasi ini dapat dilihat pada Tabel 2.8 s/d 2.12



1. Agregat Kasar.

Agregat yang dipakai pada penelitian ini memenuhi syarat yang ada pada petunjuk pelaksanaan laston dari Bina Marga (No. 13/PT/B/1983)

Tabel 2.6 : Spesifikasi agregat kasar sesuai petunjuk pelaksanaan laston (No. 13/PT/B/1983)

Pemeriksaan	Hasil	
	min	max
Keausan aggeragat , %	-	40
Kelekatan , %	95	-
Indeks Kepipihan , %	-	25
Bidang pecah , %	50	-
Peresapan terhadap air, %	-	3
Berat jenis semu (apparent)	2,50	-
Gumpalan lempung , %	-	0,25
Bagian batu yang lunak, %	-	5

2. Agregat halus

Agregat halus dapat berupa pasir atau batu pecah atau campuran dari keduanya dalam kondisi kering. Syarat - syarat agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.7



Tabel 2.7 : Spesifikasi agregat halus sesuai petunjuk pelaksanaan laston (No.13/PT/B/1983)

Pemeriksaan	Hasil	
	min	max
Peresapan terhadap air, %	-	3
Berat jenis semu (apparent)	2,50	-
Sand Equivalent	50	
Atterberg limit	non plastis	

3. Batasan untuk bahan peremaja bitumen asbuton

Tabel 2.8 : Spesifikasi untuk modifer minyak berat  
( Bina Marga , 1988 )

Pemeriksaan	Hasil	
	min	max
Viscositas kinematik, cSt pada 40°C	250	1000
Titik nyala AASHTO T73 -81	122	-
Berat jenis pada 15°C, kg/L	0,945	-
Kadar air ( % berat semula)	-	0,2
Destilasi (AASHTO T78-80)		
- Titik didih awal, °C	260	-
- Sisa destilasi sampai 360°C (% berat semula)	70	-

Tabel 2.9 : Spesifikasi untuk modifer minyak ringan  
( Bina Marga , 1988 )

Pemeriksaan	Hasil	
	min	max
Titik nyala AASHTO T73 -81	32	-
Berat jenis pada 15°C, Kg/L	0,77	0,83
Kadar air ( % berat semula)	-	0,15
Destilasi (AASHTO T78-80)		
- Titik didih awal, °C	140	-
- 50 % terdestilasi, °C	160	200
- Titik didih akhir, °C	-	290

4. Batasan untuk mastic aspal :

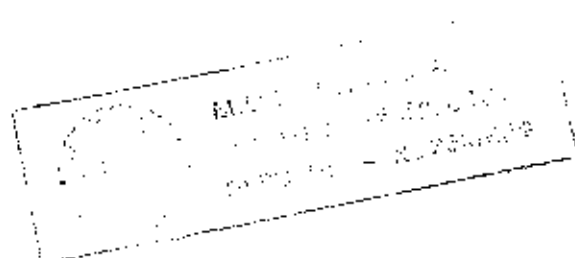
Mastic aspal yang dilarutkan dengan benzol murni, setelah diekstraksi dan ditest , maka harus memenuhi syarat seperti pada tabel 2.12

Tabel 2.10 : Spesifikasi mastic aspal (ASTM D 491 - 41)

Pemeriksaan	Hasil	
	min	max
Titik Lembek	50	70
Daktilitas, 25 C, (5cm/ min)	15 cm	-
Penetrasi 25 C , 100 gr, 5. s	15	40

## **BAB III**

# **KEGIATAN DI LABORATORIUM**



### BAB III

#### KEGIATAN PENELITIAN DI LABORATORIUM

##### 3.1. Persiapan Bahan

Bahan - bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

###### 1. Agregat.

- Ada 3 macam yaitu : - agregat kasar  
- agregat halus  
- bahan pengisi (filler)

###### 2. Aspal penetrasi 60/70.

###### 3. Asbuton.

###### 4. Bensin.

###### 5. Long Residu.

###### 6. Latex.

Keenam macam bahan di atas dipersiapkan untuk pelaksanaan penelitian.

##### 3.2. Melakukan Pemeriksaan sebgaiian bahan yang akan dipakai pada penelitian.

Karena penelitian ini ada kaitannya dengan penelitiannya Nurina Handayani, di mana bahan yang dipakai adalah sama, yaitu Bitumen asbuton, long residu dan latex, maka hasil pemeriksaan bahan yang ia lakukan serta data sifat fisik dan kimia pada latex yang diperolehnya dari BPP bogor, dipakai sebagai acuan dalam penelitian ini. Jadi pemeriksaan yang dilakukan di sini adalah pemeriksaan agregat dan aspal penetrasi 60/70.

### 1. Pemeriksaan Agregat.

Pemeriksaan agregat meliputi :

- Berat jenis agregat kasar sesuai ASTM C - 127
- Berat jenis agregat halus sesuai ASTM C - 128
- Abrasi (Los Angeles) sesuai ASTM C - 131 - 55\*

### 2. Pemeriksaan aspal penetrasi 60/70

- Penetrasi sesuai ASTM D 5 - 73
- Titik lembek sesuai ASTM D 36 - 76
- Daktilitas sesuai ASTM D 113 - 77
- Titik nyala / bakar sesuai ASTM D 92 - 52

### 3.3. Melakukan ekstraksi bitumen asbuton

#### 3.3.1. Peralatan yang dipakai :

- panci plastik kapasitas 2000 ml atau yang sejenisnya
- pengaduk ( sendok atau spatula )
- pan penampung campuran antara bensin dan bitumen asbuton

#### 3.3.2. Bahan - bahan :

- asbuton dalam bentuk serbuk (lolos saringan nomor 30) atau asbuton micro yang langsung dari pabrik.
- Bensin (sebagai bahan pelarut)

#### 3.3.3. Langkah - langkah kerja :

- a. masukkan  $\pm 1000$  ml serbuk asbuton ke dalam panci

4. Melakukan pencampuran Bitumen asbuton, Long residu dan Latex ( Karet alam )

- Proses pencampuran bitumen asbuton, long residu dan latex

1. Alat - alat :

- gelas ukur kapasitas 400 ml dan 1000 ml
- termometer 200°C
- stop watch
- pemanas (Kompur elpiji)
- Kipas angin
- cetakan (alat - alat untuk test)

2. Bahan :

- bitumen asbuton dari hasil proses di atas
- long residu
- latex

3. Cara Kerja :

- a. Timbang gelas ukur 400 ml.
- b. Timbang  $\pm$  100 gram bitumen asbuton, masukkan ke dalam gelas ukur di atas dan panaskan.
- c. Pada pemanasan 110°C terjadi pengembangan sampai hampir memenuhi gelas ukur, maka pemanasan hentikan dan angin - anginkan di depan kipas - angin sambil diaduk .
- d. Bila sudah kembali seperti kedudukan semula, panaskan lagi.
- e. Ulangi langkah c dan d hingga pada suhu 130°C tidak terjadi pengembangan lagi.
- f. Tambahkan long residu sesuai jumlah yang diinginkan

- g. Aduk sampai rata dan kontrol suhu maximum  $140^{\circ}\text{C}$ .
- h. Bila masih banyak busa yang terjadi lakukan pendinginan di depan kipas angin, kemudian panaskan sampai tidak ada busa lagi.
- i. Diamkan sampai suhu  $\pm 110$  s/d  $120^{\circ}\text{C}$ .
- j. Pada suhu tersebut tambahkan latex sesuai jumlah yang diinginkan dan aduk sampai rata.
- k. Panaskan lagi sambil diaduk.
- l. Akan terjadi pengembangan pada suhu  $\pm 110^{\circ}\text{C}$ , maka hentikan pemanasan dan dinginkan di depan kipas angin sambil diaduk pula.
- m. Lakukan langkah k dan l berulang kali sampai pada suatu saat tidak terjadi pengembangan hingga suhu  $\pm 140^{\circ}\text{C}$
- n. Tuangkan kedalam cetakan untuk di test sesuai yang diminta .
- o. Proses selesai.
- p. Untuk mendapatkan dalam jumlah yang besar, lakukan langkah a hingga m dengan memakai gelas ukur 1000 ml dengan bitumen asbuton 300 gram secara berulang.

Dari proses di atas didapatkan hasil seperti yang tercantum pada lampiran .

### 3.5. Melakukan pemeriksaan terhadap Aspal.

Pemeriksaan aspal di sini berarti pemeriksaan aspal yang berasal dari campuran ketiga bahan di atas yaitu: Campuran dari Bitumen asbuton, Long residu dan latex.

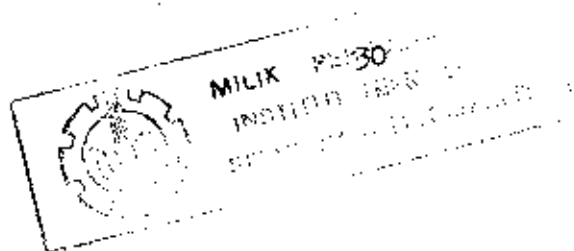
Pemeriksaan aspal meliputi :

- Penetrasi
- Titik lembek
- Daktilitas
- Titik nyala

Penetrasi adalah dasar utama untuk pemeriksaan selanjutnya, artinya jika hasil penetrasi tidak sesuai dengan penetrasi yang direncanakan maka pengujian diulangi, tetapi jika hasilnya masih tetap tidak sesuai dengan penetrasi rencana maka komposisi campuran harus dirubah.

Selain penetrasi, daktilitaspun juga sebagai yang utama dalam perencanaan komposisi campuran. Artinya jika nilai daktilitas kurang dari 100 maka sistim pencampuran harus diceck, baik masalah temperatur saat pencampuran, sistim pengadukan atau komposisi campuran yang kurang tepat atau bisa juga masih adanya bahan tambahan yang masih belum mau hilang. Bahan tambahan itu misalnya amoniak pada latex, air dan minyak ringan lainnya.

Pemeriksaan lainnya yang justru memegang kendali saat ini yaitu Titik Lembek. Saat ini sedang digalakkan aspal yang memiliki titik lembek tinggi. Ini dimaksudkan agar





problem lapangan yang paling sering terjadi yaitu " bleeding " dapat teratasi. Bleading terjadi saat aspal sudah mencapai titik leleh ada beban yang bekerja, misal roda kendaraan. Di sini tampak akan kelemahan dari aspal minyak yang hanya memiliki titik lembek paling tinggi 55 °C, padahal kondisi lapangan dapat mencapai temperatur sampai 60 °C.

Untuk penguji titik nyala/bakar disini tidak begitu dominan, karena titik nyala sangat dipengaruhi oleh bahan peremaja bitumen asbuton. Jika bahan peremaja dari minyak berat yang memiliki titik didih tinggi, maka titik nyala campuran akan tinggi pula. Pada penelitian ini dipakai long residu yang hanya memiliki titik nyala 145 C, sehingga campuran yang terjadi hanya memiliki titik nyala yang sama dengan titik nyala titik nyala long residu.

Pada pemeriksaan aspal ini hasil yang diharapkan adalah aspal dengan nilai penetrasi rendah, yaitu 20 s/d 40, titik lembeknya tinggi, yaitu lebih dari 60 °C dan daktilitasnya lebih besar dari 100 cm.

Dari proses pencampuran BA + LR + Latex sesuai langkah di atas dapat disimpulkan bahwa sebagai variabel utama adalah long residu, artinya dengan membuat harga BA dan Latex tetap kita dapat membuat harga penetrasi yang diharapkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat hasil pengamatan seperti yang tercantum pada lampiran

### 3.6. Melakukan pembuatan benda uji

Prosedur pembuatan benda uji dan test Marshall.

Pada perencanaan campuran antara aspal dan agregat untuk perkerasan jalan raya. Pada penelitian ini sengaja dipakai spesifikasi HRS B dengan harapan prosen kadar aspal yang dibutuhkan adalah tinggi. Hal ini untuk memenuhi kebutuhan dari pemakaian guusasphalt atau mastic asphalt itu sendiri. Kerena baik guusasphalt maupun mastic asphalt memerlukan kadar aspal tinggi untuk dapat digunakan sebagai bahan pengikat pada perkerasan jalan raya. Dari British Standard telah ditetapkan harga - harga dari komposisi antara agregat dan aspal. Sedangkan komposisi gradasi sendiri masih diperinci lagi yaitu agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (filler). Berdasarkan ketentuan dari British Standard untuk pemakaian spesifikasi HRS B, agar diperoleh prosentase kadar aspal yang tinggi, maka komposisi agregat adalah sebagai berikut :

- agregat kasar = 40 %
- agregat halus = 52,5 %
- bahan pengisi = 7,5 %

Prosentase agregat kasar adalah prosen berat agregat yang tertinggal pada saringan nomor 8. Prosentase agregat halus adalah prosen berat agregat yang lolos saringan nomor 8 tertahan nomor 200. Prosentase bahan pengisi adalah prosen berat dari material yang lolos nomor 200. Komposisi agregat seperti di atas dapat dilihat pada batas atas spesifikasi HRS B. Untuk lebih

Jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Sesuai ketentuan British Standard, dengan spesifikasi HRS B di atas, maka prosentase Kadar aspal yang diperlukan adalah 9 %. Dari ketentuan ini dapat dibuat rentang Kadar aspal 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 dan 14(prosen) tergantung dari harga penetrasi yang dipilih. Untuk variasi Kadar aspal ini dapat dilihat pada sub bab lingkup penelitian di depan.

Setelah prosentase kadar aspal diketahui maka dapat dibuat bricket (benda uji) dengan komposisi agregat seperti pada ketentuan di bawah ini.

Berat total bricket adalah 1200 gram, dengan diketahuinya prosen berat aspal maka berat total agregat dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

### 3.7. Melakukan test Marshall

#### - Proses pencampuran agregat dan aspal

1. Memanaskan aspal sampai suhu  $110^{\circ}\text{C}$
2. Memanaskan agregat sampai suhu  $135^{\circ}\text{C}$  untuk campuran aspal penetrasi 20 - 40 dan  $145^{\circ}\text{C}$  untuk aspal minyak penetrasi 60 - 70
3. Mencampur aspal dan agregat pada suhu sesuai ketentuan di atas, diaduk sampai rata sambil dipanaskan dan dijaga suhunya  $140^{\circ}\text{C}$  untuk aspal penetrasi 20-40 dan  $160^{\circ}\text{C}$  untuk aspal minyak penetrasi 60/70



4. Hasil campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan dirojok agar tidak krepes.

- Penumbukan benda uji.

1. Benda uji ditumbuk /dipukul dengan berat alat penumbuk 10 pound (4,35 kg )
2. Setiap benda uji dipukul 2 x 75 kali pukulan.
3. Tinggi jatuh beban penumbuk (stick) 47,5 cm

- Proses penimbangan benda uji

Ada tiga macam penimbangan benda uji yaitu :

- pada Kondisi Kering,
- pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD)
- di dalam air

Dari hasil penimbangan ini didapatkan :

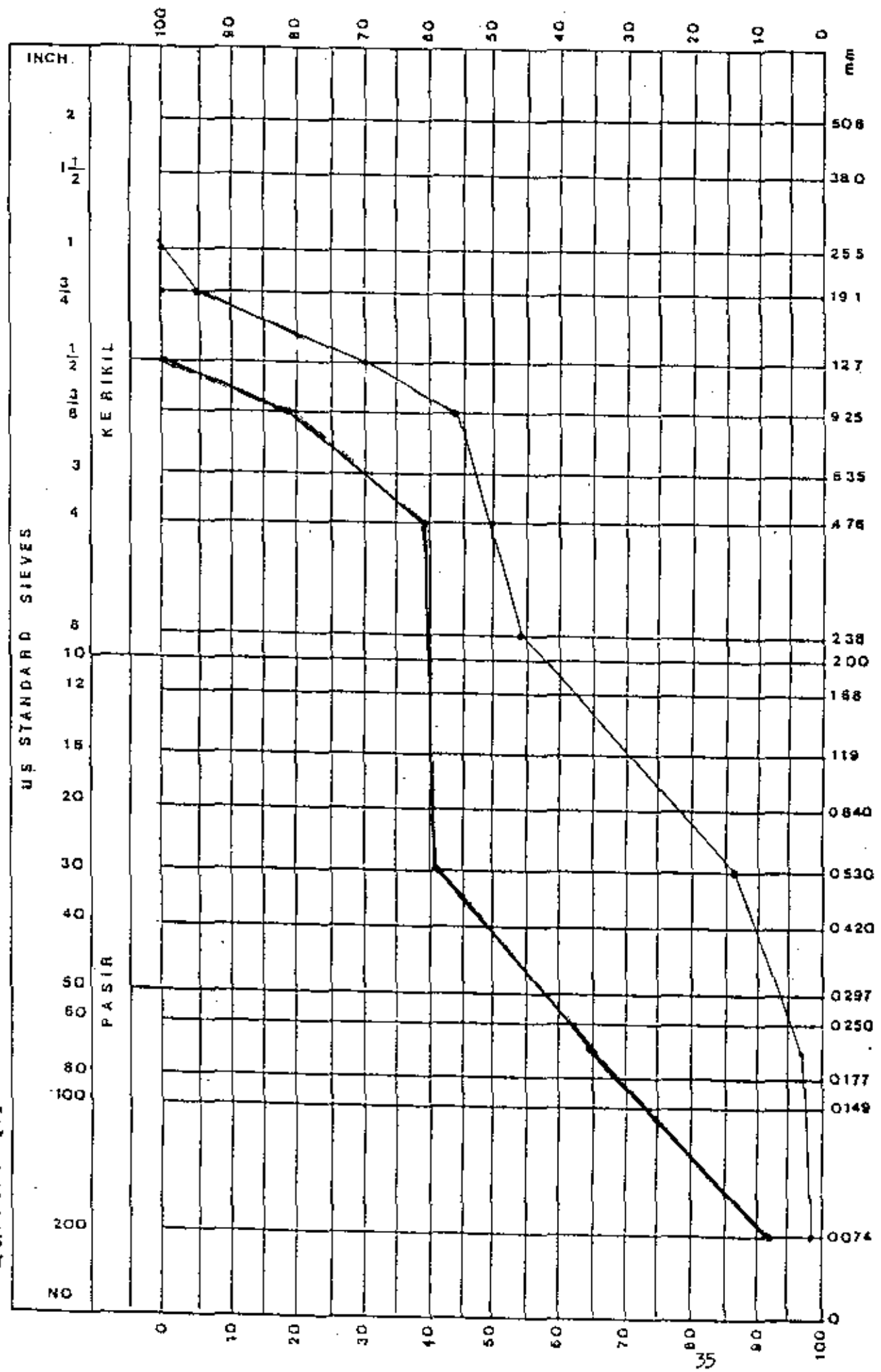
- density
- rongga dalam campuran dan
- rongga terisi aspal.

- Proses pengujian dengan alat test Marshall.

- pada suhu 30°C
- pada suhu 45°C
- pada suhu 60°C

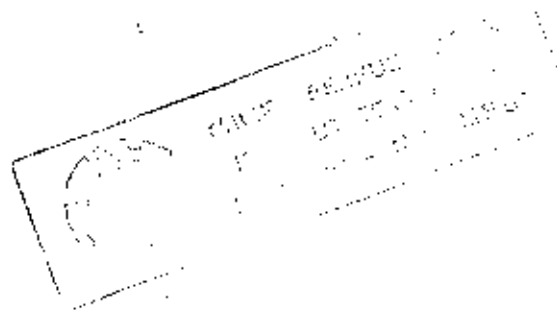
# DIAGRAM PEMBAGIAN BUTIR BAHAN MINERAL

Gambar 3.1



Berat total		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
% aspal		6	7	8	9	10	11	12	13	14
Berat agregat		1128	1116	1104	1092	1080	1068	1056	1044	1032
Berat aspal		72	84	96	108	120	132	144	156	168
tertaban seringan	%									
3,8	19	214,3	212,0	209,6	207,5	205,2	202,9	200,6	198,4	196,1
no. 4	20	225,6	223,2	220,8	218,4	216,0	213,6	211,2	208,8	206,4
no. 30	2	22,6	22,3	22,1	21,8	21,6	21,4	21,1	20,9	20,6
no. 50	16	180,5	178,6	176,6	174,7	172,8	170,9	169,0	167,0	165,1
no. 100	16	180,5	178,6	176,6	174,7	172,8	170,9	169,0	167,0	165,1
no. 200	20	225,6	223,2	220,8	218,4	216,0	213,6	211,2	208,8	206,4
pas	7	79,0	12,5	12,4	12,2	12,1	12,0	11,8	11,7	11,6

Tabel 3.1. : Perhitungan komposisi gradasi untuk masing -  
masing kadar aspal



## **BAB I V**

# **RINGKASAN HASIL TEST**

## BAB IV

### RINGKASAN HASIL PENGUJIAN

#### 4.1. Hasil pengujian material

Pengujian material meliputi pengujian terhadap agregat, aspal minyak, bitumen asbuton, long residu dan latex. Pengujian yang dilakukan disini hanya agregat dan aspal minyak saja, bitumen asbuton dan long residu sudah dilakukan oleh Nurina Handayani, sedangkan karakteristik latex sudah ada spesifikasi dari BPP, Bogor. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 s/d Tabel 4.5, berikut :

Tabel 4.1 : Pemeriksaan agregat kasar dan halus

Pemeriksaan	Kasar	Halus
Berat Jenis (Gs)	2,62	2,70
Kausan	31,8	-
Kelekatan terdapat aspal zat padat.	98 (%)	-
Penyerapan	1,68	2,12



Tabel 4.2 : Pemeriksaan aspal minyak penetrasi 60/70

Pemeriksaan	Sebelum TFO
Penetrasi pada 25°C	65
Titik lembek	49
Daktilitas	135 cm
Titik Nyala / Bakar	315/328°C

Tabel 4.3 : Pemeriksaan bitumen asbuton (Nurina H.)

Pemeriksaan	Sebelum TFO
Penetrasi pada 25°C	2 (0,1 mm )
Titik lembek	70°C
Daktilitas	2 cm
Spesifik gravity	1,0709
Viscositas kinematis	
- pada 100°C	2295 poises
- pada 150°C	273 poises

Tabel 4.4 : Pemeriksaan Long Residu ( Murina H. )

Pemeriksaan	Hasil
Sisa destilasi .	10 % Vol. total
Spesifik gravity	0,959
Viscositas kinematis	
- pada 20°C	3093,7 centi poises
- pada 30°C	999, 7 centi poises

Tabel 4.5 : Pemeriksaan Latex KKK 60 % (BPP, Bogor)

Pemeriksaan	Hasil	Satuan
Jumlah zat padat , min.	61,5	%
Kadar Karet kering, min.	60	%
Jumlah zat padat dikurangi Kadar Kering, max	2	%
P.H	7	
Viscositas 25°C. max.	50	centipoise
Kadar endapan, % berat latex maximum	0,1	%
Berat Jenis	0,94	gr/cc
Kemantapan mekanik, min.	540	detik
Warna, visual	Putih	-
Kadar Koagulum, % jumlah padatan	0.08	%
Bilangan KOH maximum	0,80	-
Kadar tembaga,max. % jumlah zat padat.	0,0008	%
Kadar mangan , % jumlah zat padat	0.08	%
Bau	tidak berbau busuk	-

#### 4.2. Hasil pengujian aspal penetrasi rendah.

Pengujian aspal penetrasi rendah meliputi :

- penetrasi
- daktilitas
- titik lembek
- titik nyala/bakar

Pada tiap jenis komposisi campuran diambil minimum 2 sample. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 : Hasil test aspal penetrasi rendah dengan

BA : LR : LATEX = 18 : 1 : 1

Pemeriksaan Aspal	Sebelum TFO	Sesudah TFO
Penetrasi pada 25 C	23	20
Titik lembek	63 C	68 C
Daktilitas pada 25 C	> 150 cm	55 cm
Titik nyala / bakar	145 C	160 C

Tabel 4.7 : Hasil test aspal penetrasi rendah dengan

BA : LR : LATEX = 36 : 3 : 1

Pemeriksaan Aspal	Sebelum TFO	Sesudah TFO
Penetrasi pada 25 C	34	28
Titik lembek	62 C	66 C
Daktilitas pada 25 C	> 150 cm	59 cm
Titik nyala / bakar	145 C	160 C

Tabel 4.8 : Hasil test aspal penetrasi rendah dengan

BA : LR : LATEX = 10 : 2 : 1

Pemeriksaan Aspal	Sebelum TFO	Sesudah TFO
Penetrasi pada 25 C	43	37
Titik lembek	61°C	65°C
Daktilitas pada 25 C	> 150 cm	65 cm
Titik nyala / bakar	145°C	160°C

dimana

BA : Bitumen Asbuton

LR : Long Residu

Latex : Karet bentuk cair

#### 4.3. Hasil Pengujian dengan test Marshall

Pada pengujian dengan test marshall akan diperoleh 2 jenis variable yaitu :

1. Dari penimbangan benda uji didapat :

- rongga dalam campuran
- rongga terisi aspal
- kepadatan

2. Dari pembebanan benda uji didapat :

- stabilitas
- flow (Kelelehan)
- marshall quotient

yang mana variable - variable tersebut harus memenuhi spesifikasi yang telah disyaratkan. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.9 s/d 4.20



Tabel 4.9 : Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 20/30  
pada suhu 60°C

Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
10	2,215	84,314	3,977	1352,8	3,87	3,426
11	2,210	89,067	2,880	1161,1	5,98	1,903
12	2,207	93,719	1,713	1011,1	7,75	1,279
13	2,194	96,595	0,971	784,5	9,02	0,852
14	2,185	99,644	0,106	506,7	12,69	0,391

Tabel 4.10: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 20/30  
pada suhu 45°C

Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
9	2,164	71,557	7,464	2540,7	6,14	4,055
10	2,167	77,559	6,051	2699,1	6,95	3,806
11	2,179	84,510	4,240	2514,9	7,12	3,461
12	2,208	93,940	1,650	1945,6	7,68	2,483
13	2,199	97,280	0,772	1053,9	8,80	1,174

Tabel 4.11: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 20/30  
pada suhu 30°C

Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
9	2,151	70,068	7,984	6206,4	7,15	8,507
10	2,157	76,326	6,459	7177,7	8,30	8,475
11	2,181	84,844	4,137	7086,5	8,40	8,268
12	2,200	92,690	2,010	6154,1	8,55	7,054
13	2,204	98,059	0,547	4382,8	9,02	4,762

Tabel 4.12: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 30/40  
pada suhu 60°C

Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
10	2,181	79,532	5,419	1199,1	5,75	2,04
11	2,159	81,707	5,131	876,7	6,40	1,34
12	2,181	89,870	2,848	830,9	9,30	0,88
13	2,196	96,869	0,891	624,1	11,65	0,53

Tabel 4.13: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 30/40  
pada suhu 45°C

Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
10	2,169	77,810	5,970	2582,8	5,90	4,29
11	2,155	82,619	4,837	2278,9	7,30	3,06
12	2,217	95,285	1,271	2104,3	9,80	2,10
13	2,210	99,023	0,274	1607,8	10,90	1,45

Tabel 4.14: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 30/40  
pada suhu 30°C

Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
10	2,163	77,028	6,226	5201,1	6,15	8,29
11	2,157	81,489	5,202	4638,6	7,20	6,31
12	2,207	93,720	1,713	3958,7	9,70	4,00
13	2,194	96,651	0,995	3259,5	11,78	2,71



Tabel 4.15: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 40/50  
pada suhu 60°C

Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
9	2,206	77,177	5,666	1391,6	3,95	3,453
11	2,241	94,051	1,505	1467,3	7,81	1,841
13	2,212	99,340	0,184	692,4	11,13	0,61

Tabel 4.16: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 40/50  
pada suhu 45°C

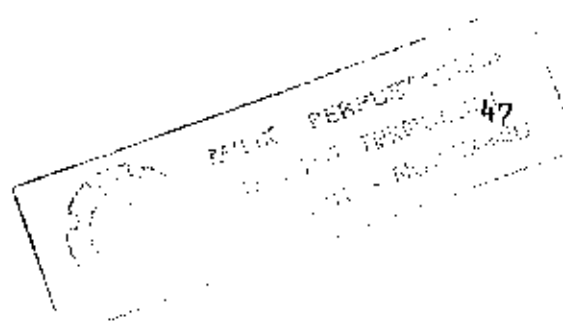
Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
9	2,163	71,523	7,482	2236,4	6,80	3,223
11	2,217	90,194	2,559	2486,0	8,10	3,008
13	2,203	97,929	0,585	1428,8	9,58	1,462

Tabel 4.17: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 40/50  
pada suhu 30°C

Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
9	2,156	70,679	7,772	5603,6	7,73	7,104
11	2,224	91,273	2,258	6181,3	8,68	6,979
13	2,213	99,567	0,121	4948,4	9,62	5,041

Tabel 4.18: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 60/70  
pada suhu 60°C

Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
6	2,068	44,029	15,224	671,2	2,007	3,278
7	2,125	55,228	11,638	702,8	2,515	2,739
8	2,135	62,417	9,929	711,1	2,921	2,386
9	2,216	78,655	5,224	815,9	3,302	2,421
10	2,198	81,840	4,707	801,9	4,242	1,853



Tabel 4.19: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 60/70  
pada suhu 45°C

Kadar Aspal	A	B	C	D	E	F
9	2,254	84,535	3,583	1527,2	4,23	3,538
10	2,248	89,513	2,542	1712,0	4,92	3,410
11	2,228	91,981	2,063	1179,9	8,96	1,290

Tabel 4.20: Hasil test Marshall untuk aspal Pen. 60/70  
pada suhu 30°C

Kadar aspal	A	B	C	D	E	F
9	2,220	79,206	5,063	3512,9	6,94	4,961
10	2,254	90,634	2,249	3159,8	7,00	4,424
11	2,232	92,546	1,909	2752,9	7,67	3,428

dimana :

- A = density
- B = rongga terisi aspal
- C = rongga dalam campuran aspal
- D = stabilitas
- E = flow
- F = nilai perbandingan marshall

## BAB V

### ANALISA HASIL TEST LABORATORIUM

#### 5.1. Analisa hasil pengujian aspal Penetrasi rendah.

Pengujian dilakukan pada dua macam kondisi, yaitu

- sebelum TFO
- sesudah TFO

TFO (Thin Film Oven Test) adalah pemanasan aspal selama 5 jam dengan suhu  $163^{\circ}\text{C}$  pada oven yang dilengkapi pancaran sinar ultra violet dan blower. Tujuan TFO adalah mengetahui kondisi aspal setelah mengalami proses penuaan.

##### 5.1.1. Pengujian sebelum TFO

Aspal penetrasi rendah memiliki daktilitas  $> 150$  cm dan titik lembek  $> 60^{\circ}\text{C}$ . Dengan demikian berarti campuran bersifat sangat fleksibel dan problem bleeding dapat dicegah.

##### 5.1.2. Pengujian setelah TFO

Dari pengamatan didapat bahwa harga penetrasi mengalami penurunan yang kecil (85 % dari semula) dan daktilitas turun kira - kira  $1/3$  dari semula. Sedangkan titik lembek mengalami kenaikan yang kecil (3 s/d  $4^{\circ}\text{C}$ ). Dengan demikian berarti aspal tidak banyak mengalami perubahan, sehingga hasil akhir nilai penetrasi, daktilitas dan titik lembek masih ada di dalam spesifikasi. Dengan kecilnya perubahan ini berarti perkerasan

mengalami proses penuaan dalam waktu yang lama atau dengan kata lain perkerasan bersifat sangat awet.

Perkerasan aspal penetrasi rendah yang berasal dari campuran asbuton dan latex memiliki sifat sebagai berikut :

- daya lekat terhadap agregat adalah kuat sekali, sebab kadar parafin kecil.
- sangat fleksibel
- kedap air
- tahan terhadap perubahan cuaca, artinya pada kondisi dingin, campuran tersebut akan keras tetapi tidak getas, dan pada kondisi panas, campuran tersebut lunak tetapi tidak mudah meleleh karena titik lembeknya tinggi

#### 5.2. Analisa hasil test marshall pada suhu 60°C

Pengujian marshall pada suhu 60 °C adalah pengujian yang sesuai standard ; - Bina Marga (PC - 0201 -76)

- AASHTO T - 245 - 74

- ASTM D - 1550 - 627

Pengujian pada 60 °C dipakai sebagai dasar untuk penentuan rentang kadar aspal pada masing - masing harga penetrasi. Pada penentuan harga rentang kadar aspal, untuk campuran yang memakai aspal penetrasi rendah, spesifikasi yang ada pada standard Bina Marga atau pada ASTM tidak harus dipenuhi, karena campuran yang menggunakan aspal penetrasi rendah memiliki sifat yang

berbeda dengan aspal minyak penetrasi 60/70 atau penetrasi 80/100 atau yang lain, yang mana pada kadar aspal yang sama harga stabilitas adalah 1,5 sampai dengan 2 kali lipat harga stabilitas aspal minyak. Dan yang perlu dicatat, bahwa pada aspal penetrasi rendah, untuk kadar aspal sampai 13 %, harga stabilitas masih memenuhi syarat pada standard Bina Marga.

Dari buku Bina Marga ( Agustus 1985 ) tentang " Spesifikasi untuk High - Durability Asphalt " disebutkan bahwa standard untuk HRS klas B adalah seperti yang tercantum pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 : Spesifikasi untuk HRS

Sifat Campuran	Batasan sifat H R S	
	HRS Klas A	HRS Klas B
Kadar Pori	> 3 %	> 3 %
	< 5 %	< 5 %
Ketebalan Film Bitumen	> 10 micron	> 8 micron
Angka perbandingan Marsh.	> 1,0 kN/mm	> 1,8 kN/mm
	< 3,0 kN/mm	< 4,0 kN/mm
Stabilitas	> 450 kg	> 550 kg
	< 850 kg	< 1250 kg
Stabilitas yang masih ada setelah perendaman 60°C selama 24 jam	> 75 %	> 75 %

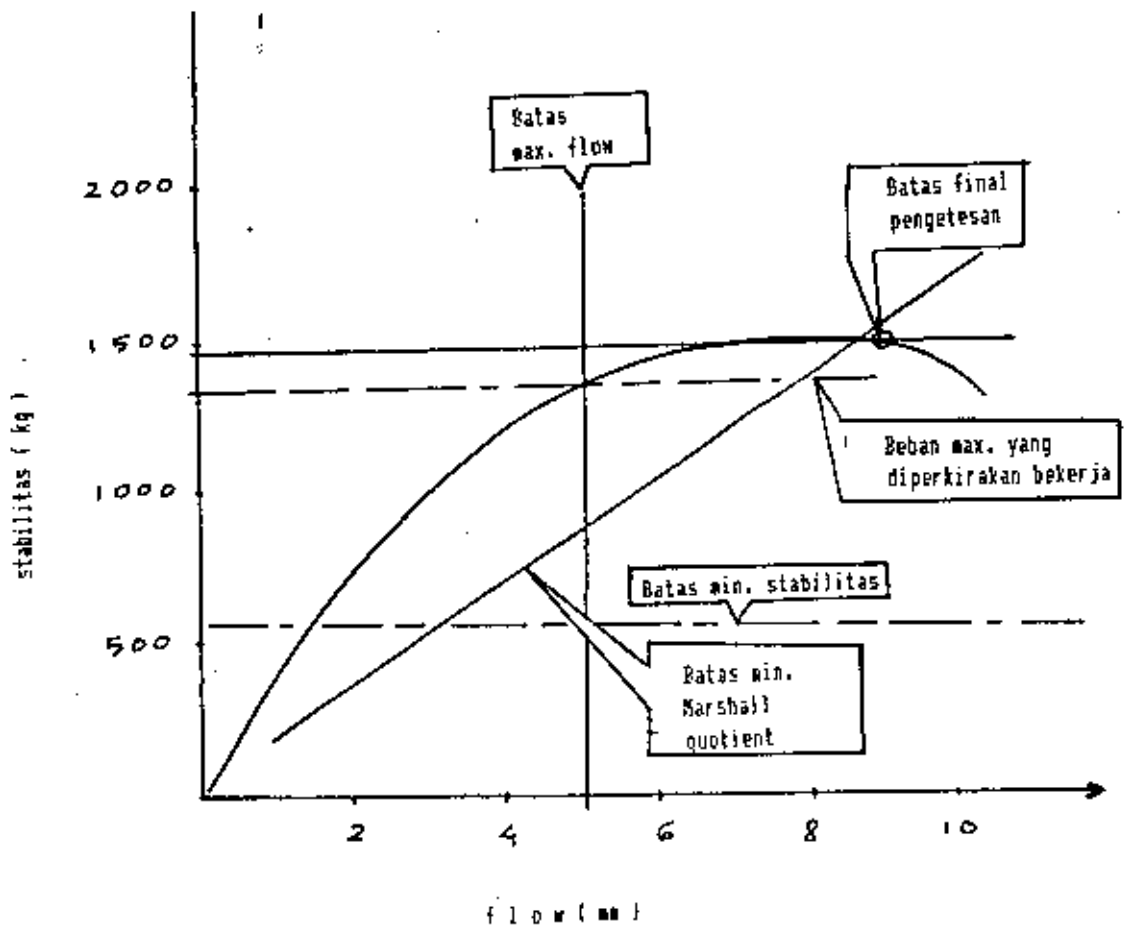
Bila Spesifikasi yang tertera pada Tabel 5.1 di atas dipakai untuk hasil test Marshall campuran dengan aspal penetrasi rendah, maka didapat rentang kadar aspal antara 10 sampai 10,7 %. Padahal kalau dilihat dari karakteristik aspal penetrasi rendah, disebutkan bahwa aspal itu sendiri mampu menahan stabilitas, sehingga kadar pori tidak menjadi masalah. Artinya walaupun nilai kadar pori di luar spesifikasi, asalkan harga Stabilitas memenuhi syarat, maka perencanaan campuran masih dapat diterima. Ternyata dari pengamatan didapat bahwa sampai pada kadar aspal 13 % harga stabilitas untuk campuran aspal penetrasi rendah masih di atas persyaratan.

Harga perbandingan Marshall pada hasil yang telah tercantum pada ringkasan hasil di depan adalah merupakan harga terakhir batas pengetesan. Artinya harga stabilitas diambil pada kondisi sampai batas keruntuhan.

Proses pengetesan sampai batas keruntuhan adalah sebagai berikut :

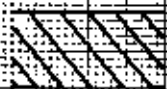
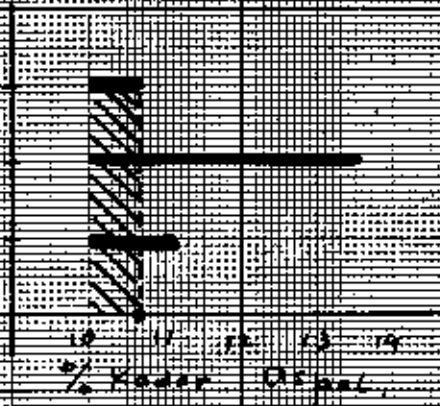
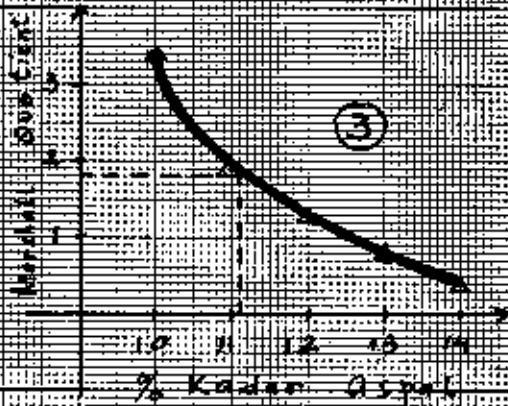
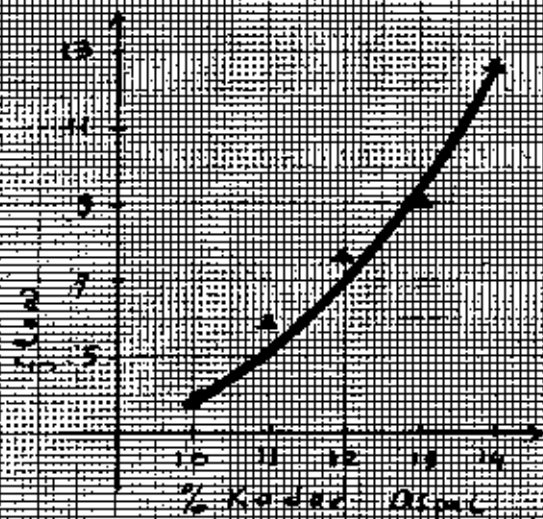
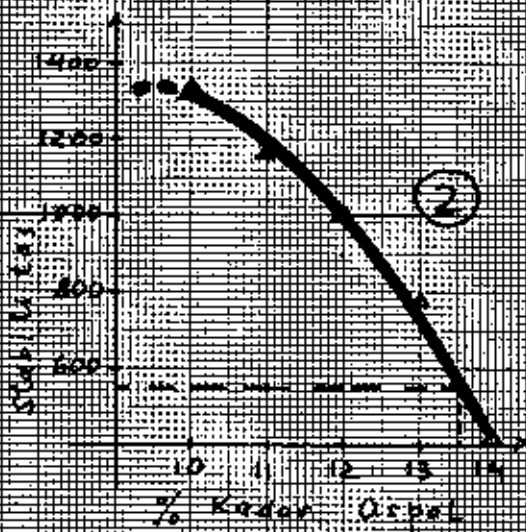
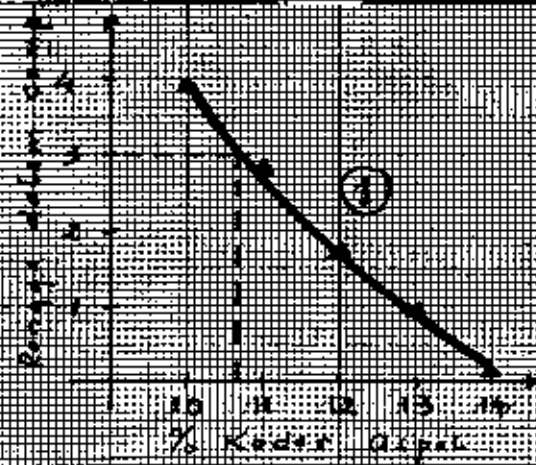
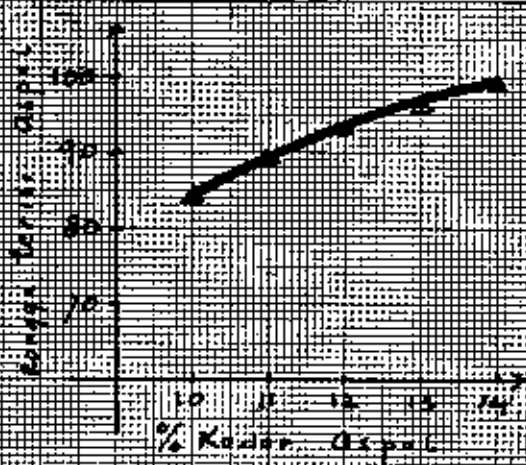
- pada awal pembebanan dial stabilitas berputar cepat, sedangkan flow berputar konstan,
- jika dial flow sudah mencapai 4 sampai 5 kali putaran (4 - 5)mm, kecepatan putar dial stabilitas mengalami penurunan, semakin tinggi harga flow semakin kecil kecepatan putar dial stabilitas, dan setelah sampai pada batas keruntuhan nilai flow sudah tinggi sekali. Di sini tampak bahwa harga perbandingan marshall kecil sekali, padahal jika dilihat pada dial flow saat

mencapai 4 sampai 5 kali putaran (4 - 5) mm besarnya nilai stabilitas sudah mencapai 1,5 sampai 2,5 kali besarnya nilai stabilitas standard. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.1 tentang nilai perbandingan marshall. (Marshall Quotient)



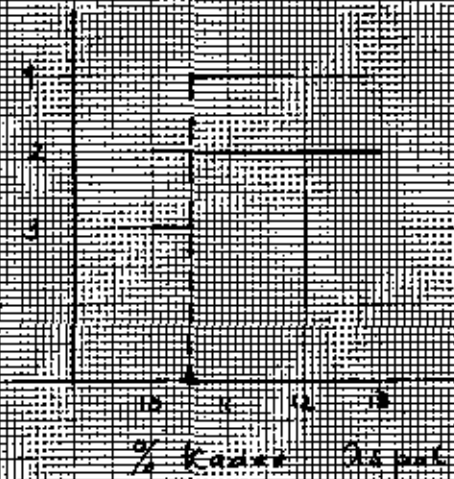
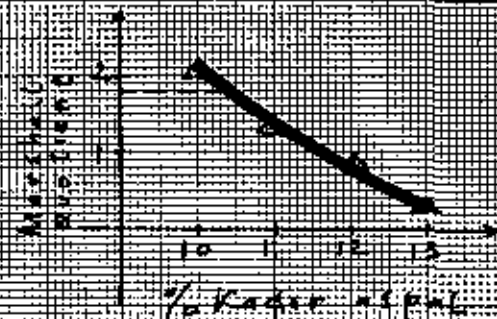
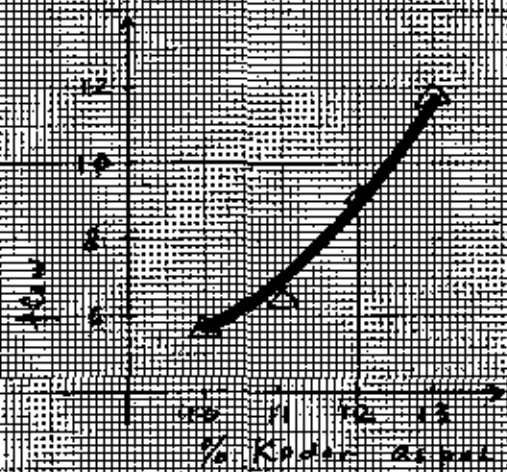
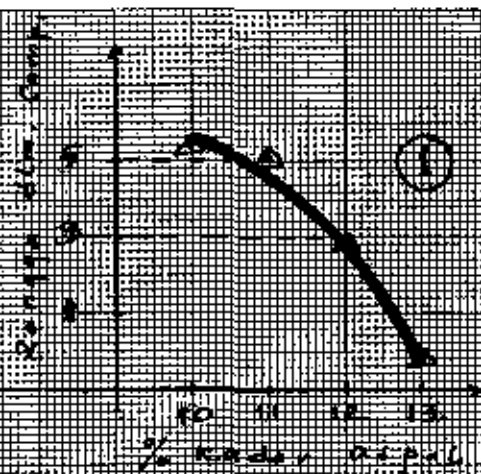
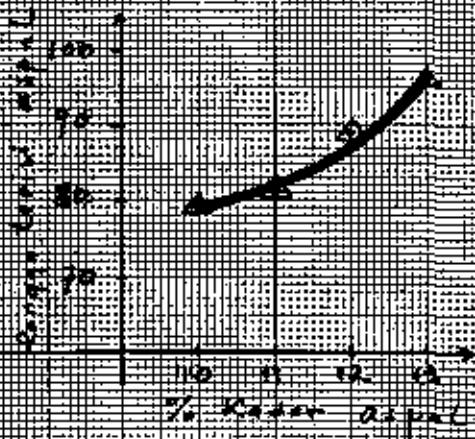
Gambar 5.1 : Hubungan Stabilitas dengan Flow.



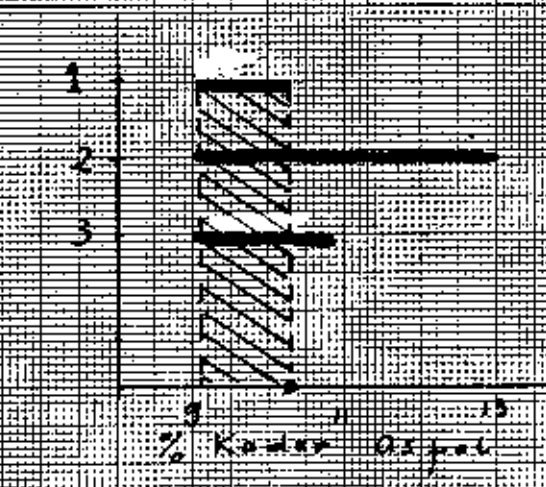
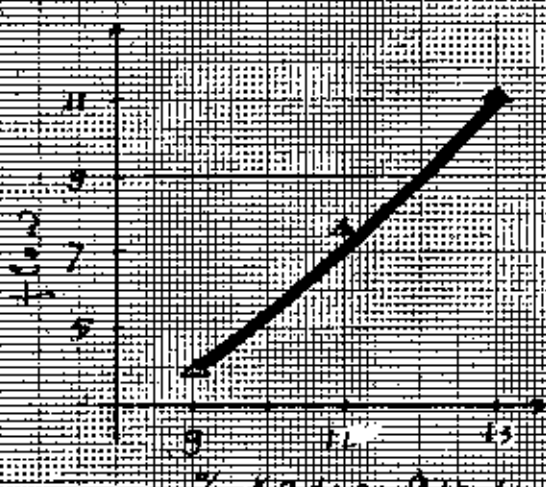
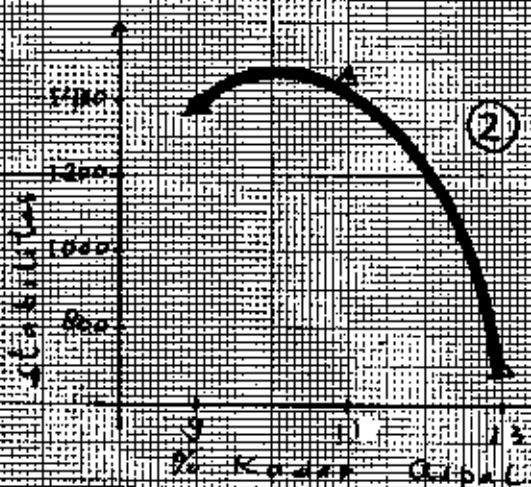
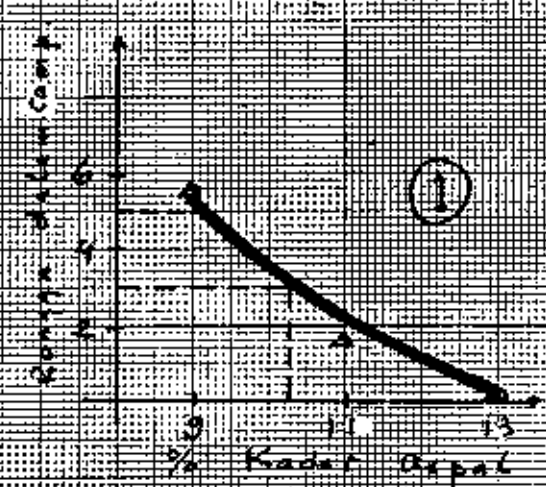
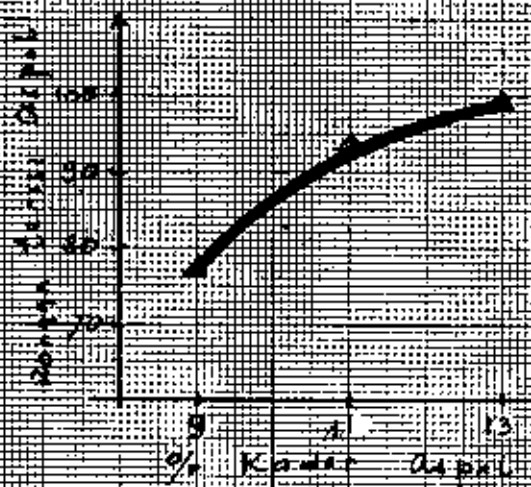


rentang kadar aspal yang memenuhi syarat  
(10% - 10,7%)

ASPAL PEN. 20-20 ( suhu 60°C)



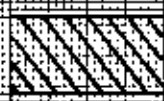
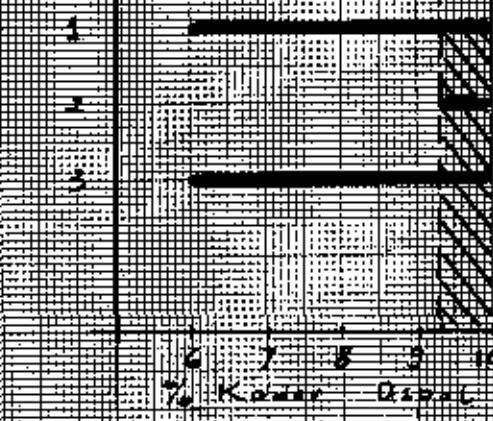
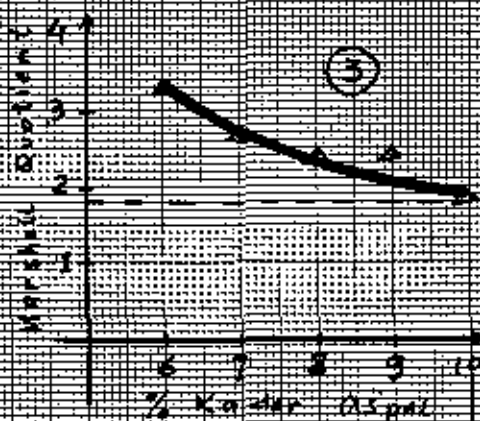
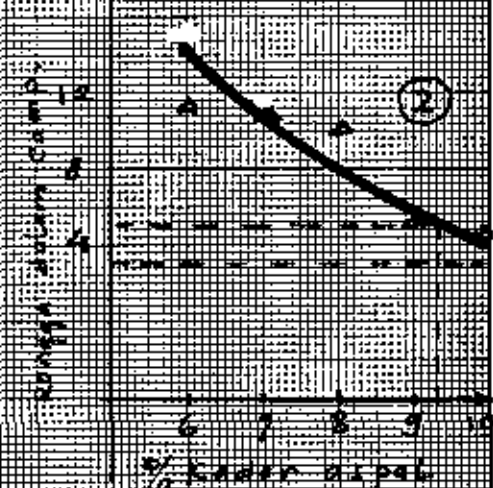
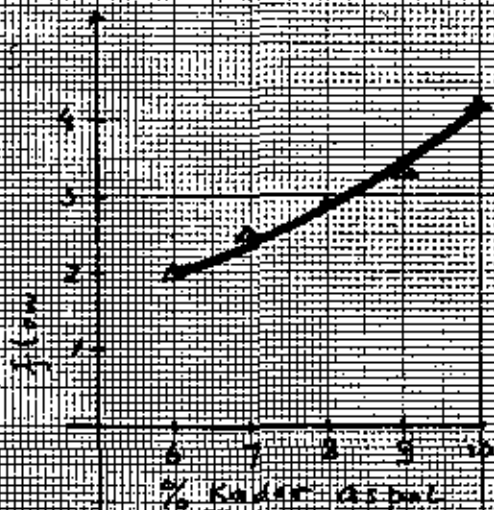
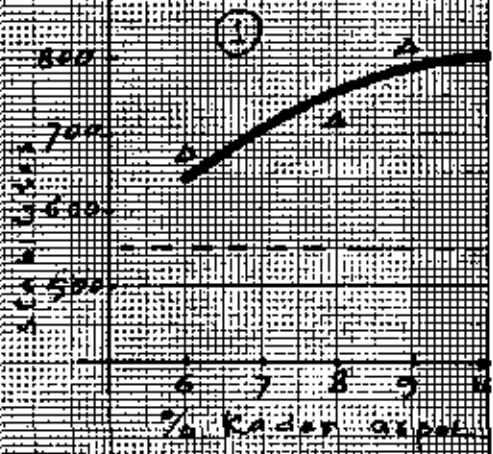
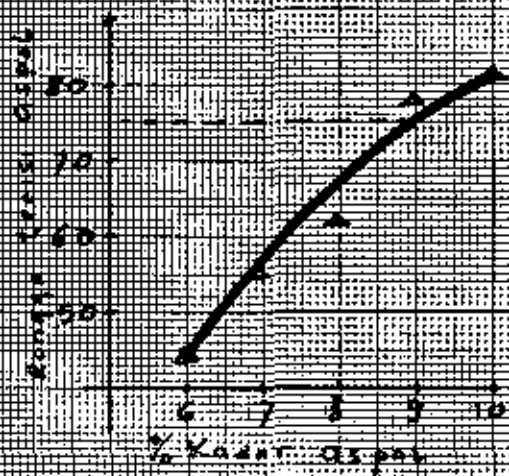
Kadar aspal yang memenuhi syarat : 0.5 %  
 ASPAL PEN. 30-40 (Suhu 60°C)



Bentuk kadar aspal yang memenuhi syarat.  
(9% - 10,3%)

ASPAL PEN 40-50 (50-60°C)





Rentang Kadar aspal yang memenuhi syarat  
(9.5% - 10.5%)

ASPAL MINYAK PEN. 60-70 (SUHU 60°C)

### 5.3. Analisa hasil test marshall pada suhu 45°C & 30°C

Pengujian marshall pada suhu 30 °C dan 45 °C dimaksudkan agar nantinya dapat melakukan test marshall pada kondisi suhu ruang dan tidak memakai water bath lagi sehingga proses pengujian marshall dapat dipersingkat.

Sejauh mana pengaruh temperatur terhadap test marshall, dapat lihat dari hubungan antara angka pembanding stabilitas dan angka pembanding flow pada suhu 30 °C maupun 45°C terhadap pelaksanaan test pada suhu 60°C. Ternyata dengan Kenaikan suhu 15°C saja harga stabilitas mengalami penurunan sampai 1,5 sampai 2 kali lipat dari semula, sedangkan untuk harga flow hampir tidak ada perubahan. Hal ini disebabkan harga stabilitas merupakan fungsi dari kekerasan bahan, dimana campuran aspal akan keras pada suhu kamar (27 - 30) °C dan akan lembek pada kondisi panas diatas suhu 30 °C. Sedangkan flow merupakan fungsi dari kadar aspal, semakin besar kadar aspal semakin mudah beban untuk memenetrasi bahan.

Jadi variasi kadar aspal dan penetrasi pengaruhnya kecil terhadap perubahan suhu pada test Marshall, artinya untuk penetrasi 20/30 , 30/40, 40/50 dan 60/70 hubungan angka pembanding dan suhu tidak banyak berbeda. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada perhitungan angka pembanding pada tiap - tiap harga penetrasi yang tertera pada Tabel 5.2 s/d 5.5 dan hubungan antara angka pembanding stabilitas dan angka pembanding flow dengan suhu yang tertera pada Gambar 5.2 s/d 5.9.

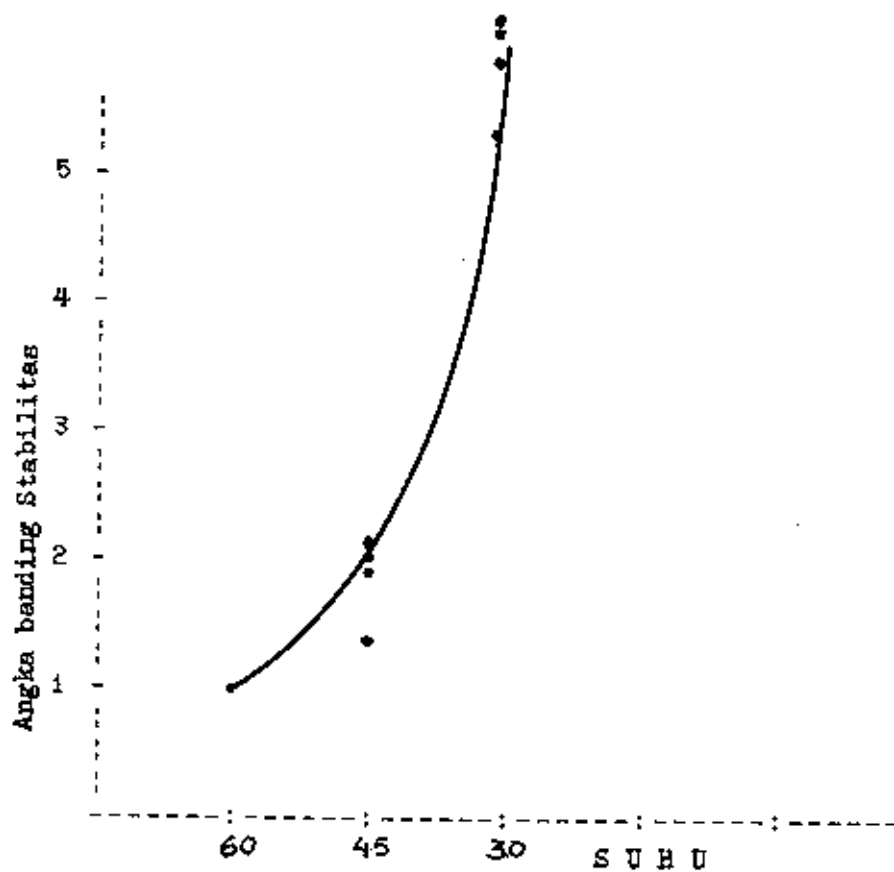
Tabel 5. 2 : Angka pembanding untuk aspal penetrasi 20 - 30

Kadar Aspal	suhu 60 °C		suhu 45 °C		suhu 30 °C		Angka banding(45 °C)		Angka banding(30 °C)	
	stbl	flow	stbl	flow	stbl	flow	stbl	flow	stbl	flow
9			2540,70	6,14	6206,40	7,15				
10	1352,80	3,87	2699,10	6,95	7177,70	8,30	2,00	1,80	5,31	2,14
11	1161,10	5,98	2514,90	7,12	7086,50	8,40	2,17	1,19	6,10	1,40
12	1011,10	7,75	1945,60	7,68	6154,10	8,55	1,92	0,99	6,09	1,10
13	784,50	9,02	1053,90	8,80	4382,80	9,02	1,34	0,98	5,59	1,00
14	506,70	12,69								

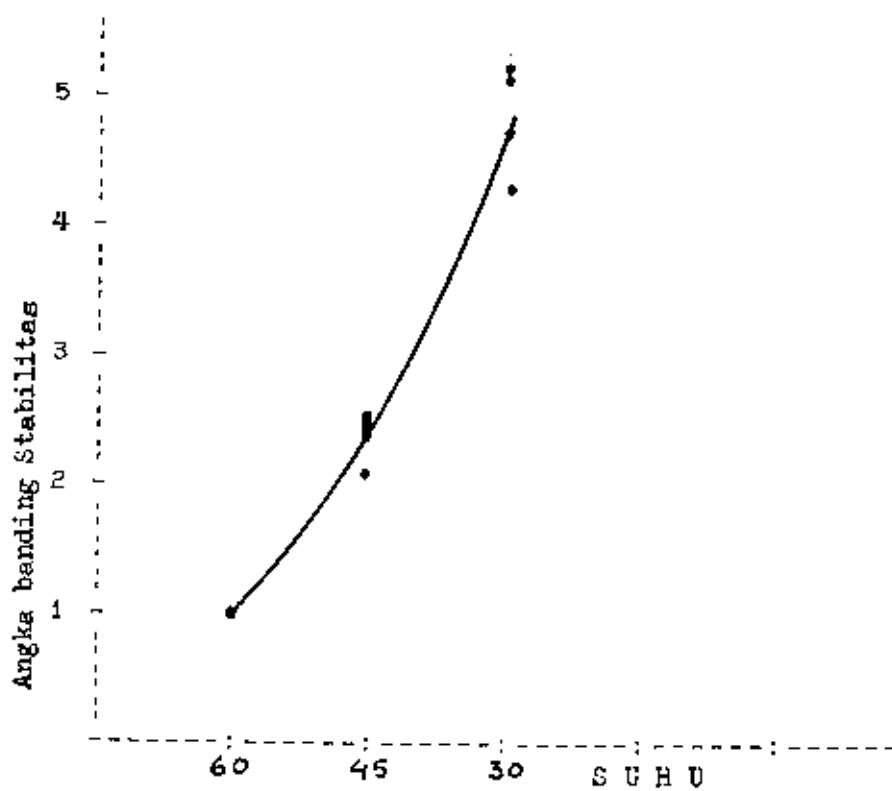
Tabel 5. 3 : Angka pembanding untuk aspal penetrasi 30 - 40

Kadar Aspal	suhu 60 °C		suhu 45 °C		suhu 30 °C		Angka banding(45 °C)		Angka banding(30 °C)	
	stbl	flow	stbl	flow	stbl	flow	stbl	flow	stbl	flow
10	1199,10	5,75	2582,80	5,90	5201,10	6,15	2,15	1,03	4,34	1,07
11	876,70	6,40	2278,90	7,30	4638,60	7,20	2,60	1,14	5,29	1,13
12	830,90	9,30	2104,30	9,80	3958,70	9,20	2,53	1,05	4,76	0,99
13	624,10	11,65	1607,80	10,90	3259,50	11,78	2,58	0,94	5,22	1,01



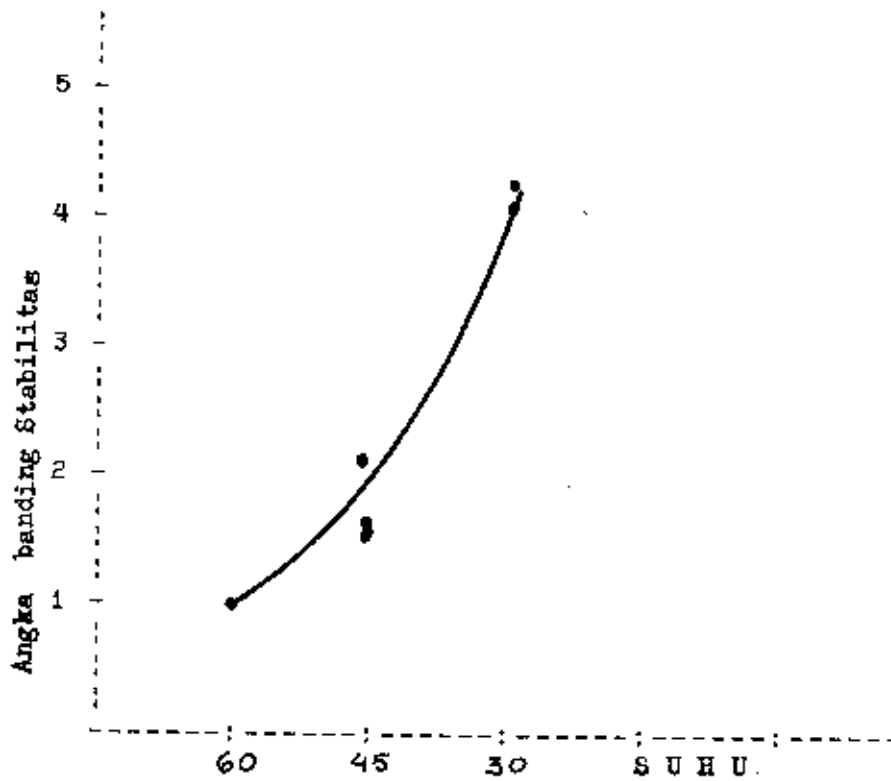


Gambar 5.2 : Hub. suhu dan angka banding stbl.  
untuk aspal penetrasi 20/30

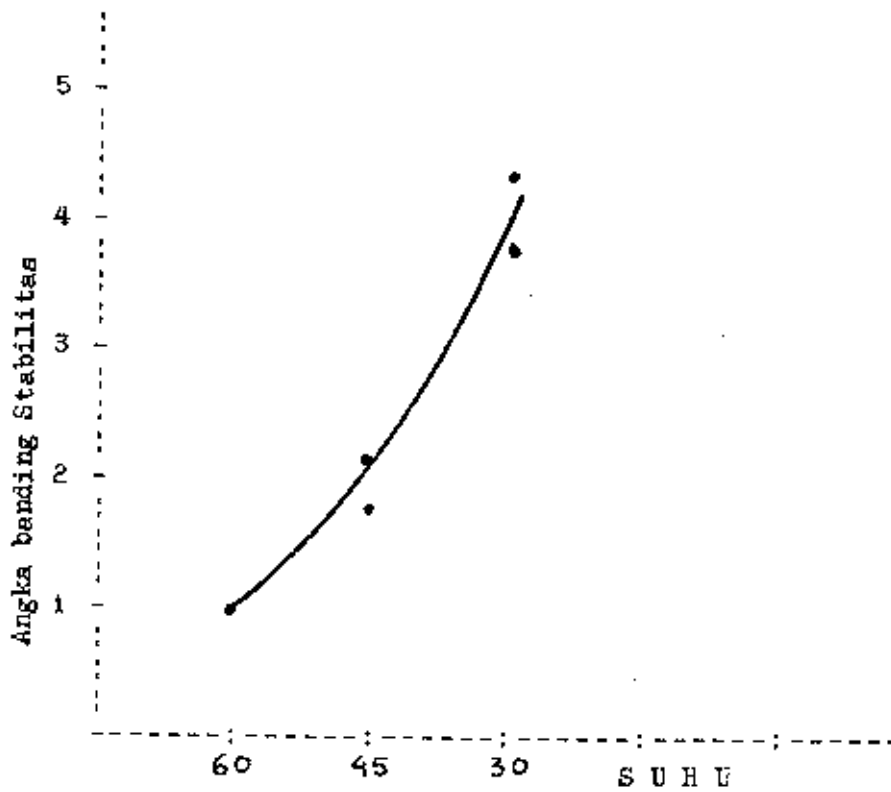


Gambar 5.3 : Hub. suhu dan angka banding stbl.  
untuk aspal penetrasi 30/40

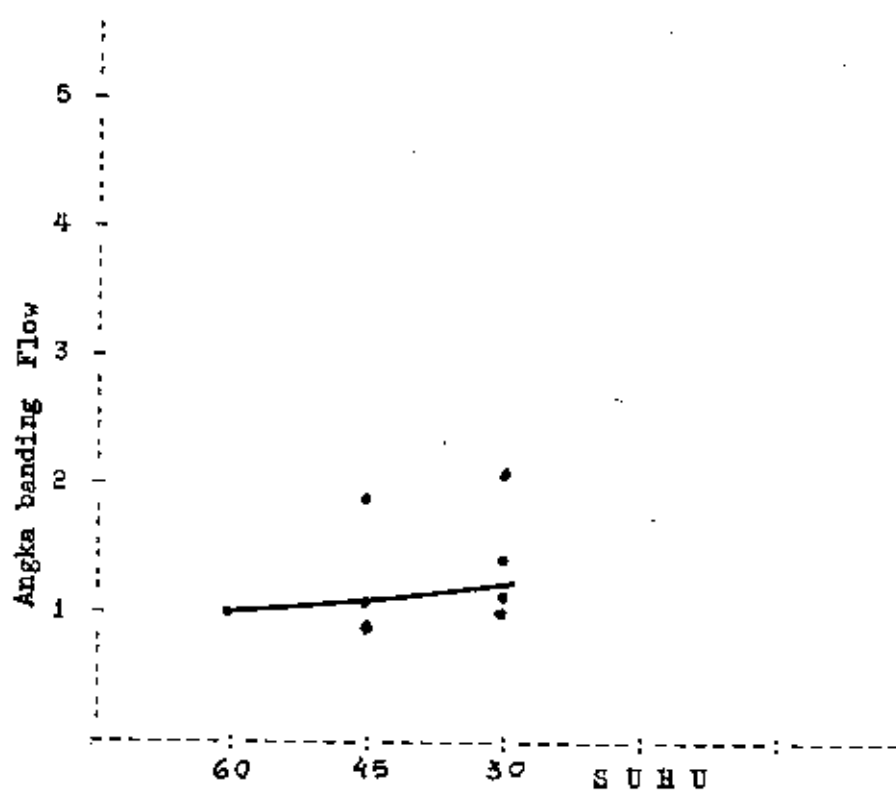




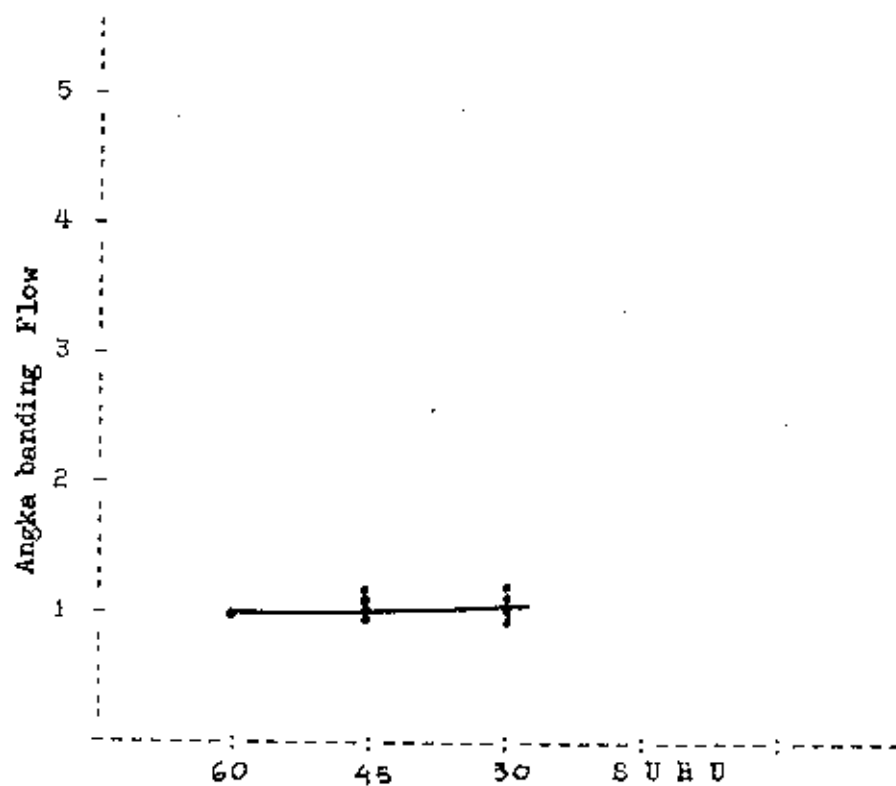
Gambar 5.4 : Hub. suhu dan angka banding stbl. untuk aspal penetrasi 40/50



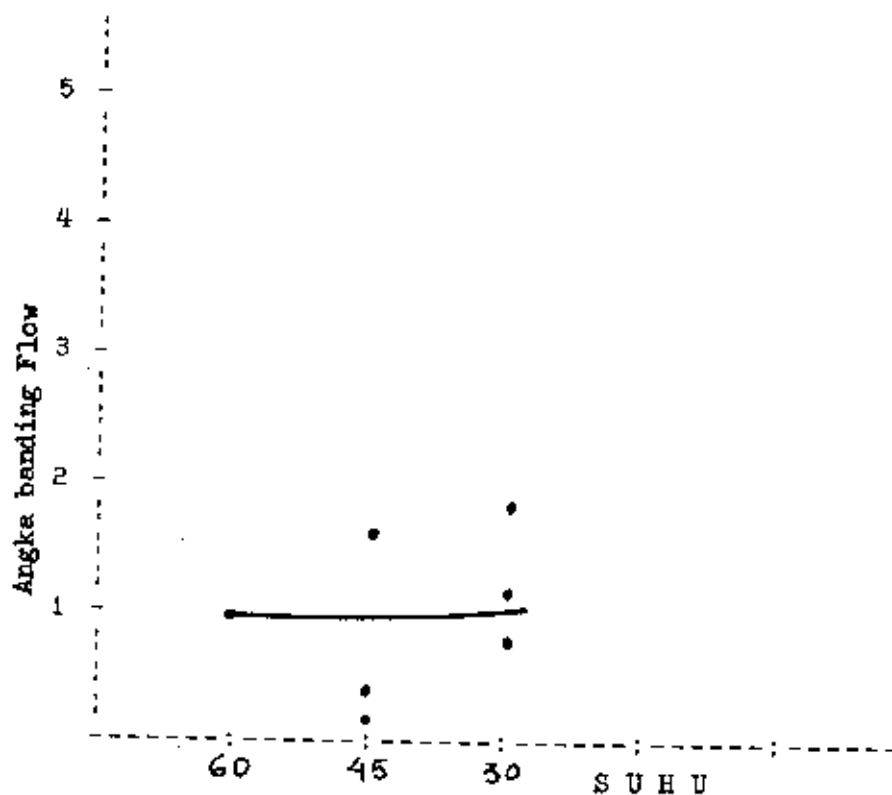
Gambar 5.5 : Hub. suhu dan angka banding stbl. untuk aspal minyak penetrasi 60/70



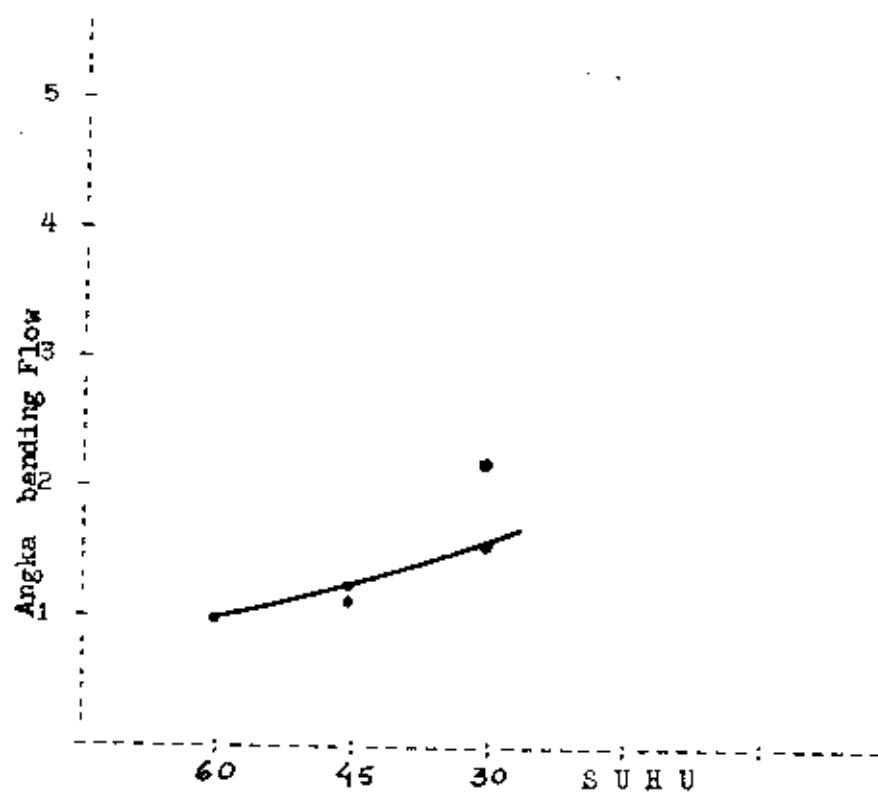
Gambar 5.6 : Hub. suhu dan angka banding flow untuk aspal penetrasi 20/30



Gambar 5.7 : Hub. suhu dan angka banding flow untuk aspal penetrasi 30/40



Gambar 5.8 : Hub. suhu dan angka banding flow untuk aspal penetrasi 40/50



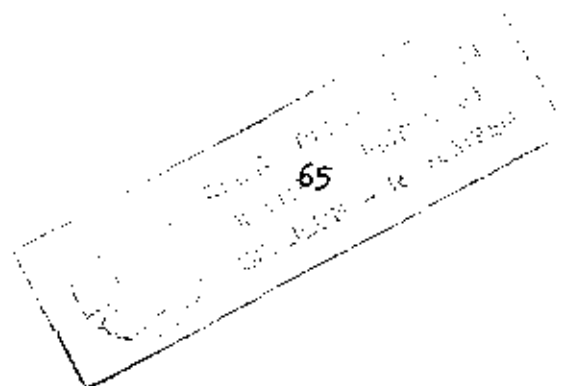
Gambar 5.9 : Hub. suhu dan angka banding flow untuk aspal minyak penetrasi 60/70

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### KESIMPULAN

1. Dari analisa didapatkan bahwa rentang kadar aspal untuk jenis aspal penetrasi rendah (mastic aspal atau guusasphalt) adalah antara 10 % sampai 13 %.
2. Pengaruh temperatur terhadap test Marshall adalah besar sekali, terutama terhadap harga stabilitas, yang mana hanya dengan selisih temperatur 15 °C saja dapat menaikkan 1,5 sampai 2 kali lipat stabilitas sebelumnya artinya jika harga stabilitas pada suhu 60°C sama dengan A, maka harga stabilitas pada suhu 45 adalah sama dengan 1,5 sampai 2 x A, dan stabilitas pada suhu 30°C adalah sama dengan 1,5 sampai 2 x (1,5 sampai 2 x A) atau stabilitas pada suhu 30 = 2 x stabilitas pada suhu 45°C dan = 2,25 sampai 4 x stabilitas pada suhu 60°C.
3. Pemakaian mastic aspal dan guusasphalt di Indonesia sangat cocok, sebab :
  - mastic asphalt dan guusasphalt tahan terhadap perubahan cuaca.
  - mastic asphalt dan guusasphalt mampu menahan stabilitas sehingga problem bleeding dapat teratasi.
  - mastic asphalt sangat kedap, sehingga untuk pemakaian di daerah yang sering tergenang air, perkerasan tidak mudah rusak.



4. sistim perkerasan jalan yang memakai mastic asphalt sangat awet, karena jumlah aspal yang dipakai dalam campuran tinggi, sehingga proses penuaan aspal berlangsung sangat lama.
5. Mastic asphalt yang terbentuk dari campuran bitumen asbuton, long residu dan latex adalah sudah baik, tetapi akan lebih baik lagi jika long residu diganti dengan minyak berat lainnya yang memiliki titik didih lebih tinggi dari long residu. Sebab long residu memiliki titik didih rendah yaitu  $145^{\circ}\text{C}$ , sehingga menyebabkan titik nyala/ bakar dari campuran bitumen asbuton, long residu dan latex memiliki titik nyala/ bakar sekitar  $145^{\circ}\text{C}/160^{\circ}\text{C}$ .
6. Dari hasil pengamatan laboratorium penurunan harga penetrasi dan daktilitas serta naiknya nilai titik lembek pada pengujian setelah thin film oven test adalah kecil sekali. Ini menunjukkan bahwa tingkat penuaan sangat lama sehingga dapat disimpulkan bahwa perkerasan yang memakai mastic asphalt sangat awet.
7. Perkerasan yang memakai asbuton adalah tahan terhadap deformasi dan sangat fleksibel, ini dapat dilihat pada hasil pengujian stabilitas pada test Marshall, dimana nilai stabilitas rata-rata diatas nilai yang disyaratkan. Sedang sifat fleksibilitas dapat dilihat pada hasil pengujian bahwa tidak tampak adanya retak pada benda uji setelah ditest dengan pembebanan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM STANDARD ( 1978 ) PART 15
2. Bina Marga, 1983, Petunjuk Pelaksanaan lapis asbuton agregat (lasbutag) No : 09 /PT/B/1983 Departement Pekerjaan Umum.
3. Bina Marga, 1983, Petunjuk pelaksanaan lapis tipis aspal beton (flesible) laston No : 12 / PT / B/ 1983 Departement Pekerjaan Umum
4. Bina Marga, 1983, Petunjuk pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983 Departement Pekerjaan Umum .
5. Bina Marga, Agustus 1985 IERD High way six Betterment Programe, spesifikasi untuk High Durability Asphalt
6. Bina Marga 1986 , Asbuton spesifcation development- Project ( Lasbutag Phase I ) Mining asbuton preliminary improvement necessary for sucessful lasbutag.
7. Leksmorningsih, 1983 Peningkatan mutu aspal minyak dengan karet alam / latex KKK 60 % Pusat Litbang jalan Bandung
8. Mochtar dkk, 1988 Studi penentuan Modifer dan metode pencampuran dari Acas sebagai bahan perkerasan jalan.
9. ND. LEA & Associates November 1982. The use of Hot Rolled Sheet in Indonesia A comprehensive compilation of data justifying the change from asphaltic concrete
10. Soewarti soeseno 1987 , aspal Karet untuk pembuatan jalan , balai penelitian Perkebunan Bogor.

DAFTAR ANGKA KORELASI STABILITAS.

Isi benda uji ( F ) cm	Tebal benda uji		Angka korelasi
	inchi	mm	
1	2	3	4
200 - 213	1"	25,4	5,56
214 - 225	1 1/16	27	5
226 - 237	9/8	28,6	4,55
238 - 250	9/6	30,2	4,17
251 - 264	5/4	31,8	3,85
265 - 276	11/6	33,3	3,57
277 - 289	11/8	34,9	3,33
290 - 301	23/16	36,5	3,03
302 - 316	3/2	38,1	2,78
317 - 328	25/16	39,7	2,50
329 - 340	13/8	41,3	2,27
341 - 353	27/16	42,9	2,08
354 - 367	7/4	44,4	1,92
368 - 379	29/16	46	1,79
380 - 392	15/8	47,6	1,67
393 - 405	31/16	49,2	1,56
406 - 420	2	50,8	1,47
421 - 431	33/16	52,4	1,39
432 - 443	17/8	54	1,32
444 - 456	35/16	55,6	1,25
457 - 470	9/4	57,2	1,19
471 - 482	37/16	58,7	1,14
483 - 495	19/8	60,3	1,14
496 - 508	30/16	61,9	1,09
509 - 522	5/2	63,5	1
523 - 535	41/16	64	0,96
536 - 546	21/8	65,1	0,93
547 - 559	43/16	66,7	0,89
560 - 573	11/4	68,3	0,86
574 - 585	45/16	71,4	0,83
586 - 598	25/8	73	0,81
599 - 610	47/16	74,6	0,78
611 - 625	3	76,2	0,76

1. Untuk BA : LR : Latex = 18 : 1 : 1

a. Pengamatan Penetrasi :

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
1	22	21
2	22	22
3	23	23
4	21	22
5	24	23
6	22	23

b. Daktilitas

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
1	> 150	> 150
2	> 150	> 150

c. Titik Lembek

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
1	63	62
2	63	63



d. Titik Nyala / Bakar

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
Titik Nyala	145	147
Titik Bakar	159	160

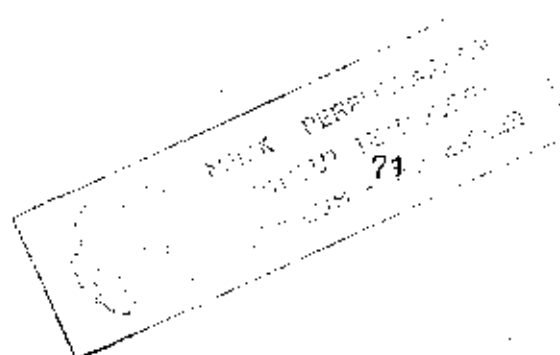
2. Untuk BA : LR : Latex = 36 : 3 : 2

a. Penetrasi

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
1	33	35
2	34	34
3	32	36
4	35	33
5	33	35
6	33	36

b. Daktilitas

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
1	> 150	> 150
2	> 150	> 150



c. Titik Lembek

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
1	61	62
2	62	62

d. Titik Nyala / Bakar

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
Titik Nyala	146	146
Titik Bakar	161	160

3. Untuk BA : LR : Latex = 18 : 2 : 1

a. Penetrasi

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
1	47	45
2	46	46
3	44	45
4	45	47
5	45	44
6	47	48

b. Daktilitas

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
1	> 150	> 150
2	> 150	> 150

c. Titik Lembek

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
1	59	59
2	60	59

d. Titik Nyala / Bakar

Percobaan	Benda Uji	
	I	II
Titik Nyala	144	147
Titik Bakar	160	162

1. BA : LR : Latex = 18 : 1 : 1 ( dalam berat )  
 Penetrasi = 20 - 30 ( 0,1 mm )  
 Daktilitas > 150 cm  
 Titik Nyala / Bakar = 145 C ( C )  
 Titik Lembek = 63 - 64 ( C )
  
2. BA : LR : Latex = 36 : 3 : 2 ( dalam berat )  
 Penetrasi = 30 - 40 ( 0,1 mm )  
 Daktilitas > 150 cm  
 Titik Nyala / Bakar = 145 / 160 ( C )  
 Titik Lembek = 61 - 62 ( C )
  
3. BA : LR : Latex = 18 : 2 : 1 ( dalam berat )  
 Penetrasi = 40 - 50 ( 0,1 mm )  
 Daktilitas > 150 cm  
 Titik Nyala / Bakar = 145 / 160 C  
 Titik Lembek = 60 - 61 C

NO.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
75x	10.00	1181.9	1189.7	656.0	533.7	2.215	2.306	21.376	74.647	3.977	25.353	84.314	3.977	388	3104	1352.8	152	3.87	3.426	
75x	11.00	1181.1	1186.5	652.0	534.5	2.210	2.275	23.462	73.658	2.880	26.342	89.067	2.880	333	2664	1161.1	235	5.98	1.903	
75x	12.00	1179.0	1182.3	648.0	534.3	2.207	2.245	25.559	72.728	1.713	27.272	93.719	1.713	290	2320	1011.1	305	7.75	1.279	
75x	13.00	1168.4	1169.5	637.0	532.5	2.194	2.216	27.533	71.496	0.971	28.504	96.593	0.971	225	1800	784.5	355	9.02	0.852	
75x	14.00	1187.2	1187.4	644.0	543.4	2.185	2.187	29.524	70.371	0.106	29.629	99.644	0.106	150	1200	506.7	500	12.69	0.391	

KETERANGAN :

- a =  $\frac{1}{2}$  Binder/100 part of aggregate.  
b =  $\frac{1}{2}$  Binder by weight of mix.  
c = Weight in air (grams).  
d = Weight in SSD Condition (grams).  
e = Weight in water (grams).  
f = Volume =  $\frac{d - e}{cc}$ .  
g = Density bulk =  $\frac{c}{f}$  (gr/cc).

h = Density Maximum Theoritis  
100

$$= \frac{\frac{1}{G_s \text{ Agg.}} + \frac{1}{G_s \text{ Binder}}}{1 + \frac{1}{G_s \text{ Agg.}} + \frac{1}{G_s \text{ Binder}}}$$

i = Volume  $\frac{1}{2}$  total binder  
 $\frac{b}{b + g}$

Gs Aggregate = 2.67

Gs Binder = 1.036

Kel. proving ring = 0

k = Volume  $\frac{1}{2}$  total voids  
 $= 100 - i - j$ .

l = Voids  $\frac{1}{2}$  aggregate  
 $= 100 - j$ .

m = Voids  $\frac{1}{2}$  filled with binder  
 $= i/1 \times 100$

n = Voids total mix  
 $= 100 - (100 \times g / h)$

o = Stabilitas/Proving ring.

p = Stabilitas after corrected proving ring (lbst)

q = Stabilitas after corrected with volume (kg)

r = flow (0.001 inch)

s = flow (mm)

t = Marshall Quotient (km/mst)

=  $g \times 9.8 / (s \times 1000)$

Mengetahui,

KEPALA LABORATORIUM PERHUBUNGAN



Aspal Penetrasi 40 - 50 ( 60 C )

NO.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
75x		9.00	1184.2	1190.9	654.0	536.9	2.206	2.338	19.161	75.173	5.666	24.827	77.177	5.666	412	3296	3391.6	156	3.950	3.453
75x		11.00	1180.0	1184.6	656.0	528.6	2.241	2.275	23.795	74.700	1.505	25.360	94.051	1.505	404	3232	3467.3	307	7.810	1.841
75x		13.00	1186.5	1188.3	651.0	537.3	2.212	2.216	27.752	72.064	0.184	27.936	99.340	0.184	205	1640	692.4	438	11.130	0.619

# KETERANGAN :

- a =  $\Sigma$  Binder/100 part of aggregate.
- b =  $\Sigma$  Binder by weight of mix.
- c = Weight in air (grams).
- d = Weight in SSD Condition (grams).
- e = Weight in water (grams).
- f = Voids = d - e (cc).
- g = Density bulk = c/f (gr/cc).

h = Density Maximum Theoritis  
100

$$= \frac{\frac{\Sigma \text{ Agg.}}{G_s \text{ Agg.}} + \frac{\Sigma \text{ Binder}}{G_s \text{ Binder}}}{100}$$

i = Volume % total binder  
 $b \times g$

$$= \frac{b \times g}{G_s \text{ Binder}}$$

j = Volume % total aggregate.  
 $(100 - b) \times g$

$$= \frac{(100 - b) \times g}{G_s \text{ aggregate}}$$

k = Volume % total voids  
 $= 100 - i - j$   
l = Voids % Aggregate  
 $= 100 - j$   
m = Voids % filled with binder  
 $= i/j \times 100$   
n = Voids total mix  
 $= 100 - (100 \times g / h)$

o = Stabilitas/Proving Ring,  
p = Stabilitas after corrected proving ring (lbs)  
q = Stabilitas after corrected with volume (kg)  
r = Flow (0.001 inch)  
s = Flow (mm)  
t = Marshall Quotient (KN/m<sup>2</sup>)  
u =  $q \times 9.8 / (3000 \times s)$

Kepala LABORATORIUM PERHUBUNGAN

Aspal Penetrasi 60/70 (Suba 50 Ct)

NO.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
75%		6.00	1183.8	1192.9	618.0	574.9	2.068	2.439	11.976	72.800	15.224	27.200	44.029	15.224	220	1740	671.2	79	2.007	3.278
75%		7.00	1196.2	1200.0	637.0	563.0	2.125	2.405	14.356	74.006	11.638	25.994	55.228	11.638	225	1800	702.8	99	2.515	2.739
75%		8.00	1190.3	1194.4	637.0	557.4	2.135	2.371	16.490	73.581	9.929	26.419	62.417	9.929	220	1760	711.1	115	2.921	2.386
75%		9.00	1183.1	1184.9	651.0	533.9	2.216	2.338	18.251	75.525	5.224	24.475	78.655	5.224	234	1872	815.9	130	3.302	2.421
75%		10.00	1180.6	1181.2	644.0	537.2	2.198	2.306	21.213	74.079	4.707	25.921	81.840	4.707	230	1840	801.9	167	4.242	1.853

KEPERANGAN :

a = % Binder/100 part of aggregate.

b = 2 Binder by weight of mix.

c = Weight in air (grams).

d = Weight in SSD Condition (grams).

e = Weight in water (grams).

f = Volume =  $d - e$  (cc).

g = Density Bulk =  $c/f$  (gr/cc).

h = Density Maximum Theoretical

100

=  $\frac{\text{Volume \% total binder}}{b \times g}$

i = Volume % total aggregate.

$(100 - a) \times g$

=  $\frac{\text{Volume \% total aggregate}}{b \times g}$

j = Volume % total binder

$b \times g$

k =  $\frac{\text{Volume \% total binder}}{b \times g}$

l =  $\frac{\text{Volume \% total binder}}{b \times g}$

m =  $\frac{\text{Volume \% total binder}}{b \times g}$

n =  $\frac{\text{Volume \% total binder}}{b \times g}$

o = Volume % total voids

$100 - j - k$

p = Voids % Aggregate

$100 - j$

q = Voids % filled with binder

$i/j \times 100$

r = Voids total mix

$100 - (100 \times g / h)$

s = Stabilitas/Proving ring.

p = Stabilitas after corrected proving ring (lbs)

q = Stabilitas after corrected with volume (kg)

r = Flow (mm)

s = Flow (mm)

t = Marshall Quotient (kg/cm<sup>2</sup>)

=  $q \times 9.8 / (100 \times s)$

Megetahu,

PEPALA LABORATORIUM PERHUBUNGAN



[illegible]

47-44020-25

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

ASPAL PENETRASI 30 - 40 (4S D)

NO.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
75x		10,00	1189,8	1200,7	852,0	548,7	2,167	2,306	20,532	73,098	5,970	26,902	77,810	5,970	799	6392	2582,8	232	5,90	4,29
75x		11,00	1191,3	1199,2	849,0	550,2	2,165	2,275	22,990	72,174	4,837	27,826	82,619	4,837	705	5640	2276,9	287	7,30	3,08
75x		12,00	1199,6	1204,2	863,0	541,2	2,217	2,245	25,674	73,055	1,271	26,945	95,285	1,271	623	4984	2104,3	386	9,80	2,10
75x		13,00	1197,4	1198,9	857,0	541,9	2,210	2,216	27,727	71,939	0,274	28,001	99,023	0,274	476	3808	1607,6	429	10,90	1,45

KETERANGAN :

a = % Binder/100 part of aggregate.  
 b = % Binder by weight of mix.  
 c = Weight in air (grams).  
 d = Weight in SSD Condition (grams).  
 e = Weight in water (grams).  
 f = Volume =  $d - e$  (cc).  
 g = Density Bulk =  $c/f$  (gr/cc).

h = Density Maximum Theoretical  
 100

% Agg.	% Binder
Gs Agg.	Gs Binder

i = volume % total binder  
 $b \times g$

Is Binder

j = Volume % total aggregate.  
 $100 - i \times g$   
 Gs aggregate

k = Volume % total voids  
 $= 100 - i - j$

l = Voids % Aggregate  
 $= 100 - j$

m = Voids % filled with binder  
 $= i/i \times 100$

n = Voids total mix  
 $= 100 - (100 \times g / h)$

o = Stabilitas/Proving ring.

p = Stabilitas after corrected proving ring (lbs)

q = Stabilitas after corrected with volume (kg)

r = Flow (0.001 inch)

s = Flow (mm)

t = Marshall Quotient (kg/cm<sup>2</sup>)

$= s \times 9.8 / (1000 \times t)$

Mencetakan,

KEPADA LABORATORIUM REPARASI

Aspal Penetrasi 40 - 50 ( 45 C )

ND.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
75x		9,00	1206,4	1214,7	657,0	557,7	2,163	2,338	18,792	73,726	7,482	26,274	71,523	7,482	716	5728	2236,4	268	6,800	3,223
75x		11,00	1214,7	1218,7	669,0	549,7	2,217	2,275	23,540	73,901	2,559	26,099	90,194	2,559	736	5888	2486,0	319	8,100	3,008
75x		13,00	1187,9	1188,6	649,0	539,6	2,203	2,216	27,641	71,775	0,585	28,225	97,929	0,585	423	3384	1428,8	377	9,580	1,462

KETERANGAN :

a = % Binder/100 part of aggregate.  
 b = % Binder by weight of mix.  
 c = Weight in air (grams).  
 d = Weight in Ssd Condition (grams).  
 e = Weight in water (grams).  
 f = Volume = d - e (cc).  
 g = Density bulk = c/f (gr/cc).

h = Density Maximum Theoritis  
 100

$$= \frac{\% \text{ Agg.}}{\text{Gs Agg.}} + \frac{\% \text{ Binder}}{\text{Gs Binder}}$$

i = Volume % total binder  
 b x g

$$= \frac{\text{Gs Binder}}{\text{Gs Aggregate}}$$

j = Volume % total aggregate.  
 (100 - b) g  
 =  $\frac{\text{Gs aggregate}}{\text{Gs aggregate}}$

k = Volume % total voids  
 = 100 - i - j.

l = Voids % Aggregate  
 = 100 - j.

m = Voids % filled with binder  
 = i/l x 100

n = Voids total mix  
 = 100 - (100 x g / h)

o = Stabilitas/Proving ring.

p = Stabilitas after corrected proving ring (lbs)

q = Stabilitas after corrected with volume (kg)

r = Flow (0.001 inch)

s = Flow (mm)

t = Marshall Quotient (kN/mm)  
 = q x 9.8 / (1000 x s)

Gs Agregate = 2,67

Gs Binder = 1,036

Kal. proving ring = B

Mengetahui,  
 KEPALA LABORATORIUM PERHUBUNGAN

NO.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
75K		9.00	1181.5	1188.1	664.0	524.1	2.254	2.338	19.584	76.833	3.583	23.167	84.535	3.583	438	3504	1527.2	167	4.230	3.538
75K		10.00	1181.8	1187.2	659.0	525.2	2.248	2.306	21.695	75.763	2.542	24.237	89.513	2.542	491	3928	1712.0	194	4.920	3.410
75K		11.00	1183.3	1233.6	680.0	553.6	2.220	2.275	23.660	74.277	2.063	25.723	91.981	2.063	305	2920	1179.9	353	8.950	1.290

KEPERKASAN :

- a = % Binder/100 part of aggregate.
- b = % Binder by weight of mix.
- c = Weight in air (grams).
- d = Weight in 80s Condition (grams).
- e = Weight in water (grams).
- f = Volume = d - e (cc).
- g = Density bulk = c/f (gr/cc).

n = Density Maxima Theoritis

$$= \frac{100}{100}$$

$$= \frac{\% \text{ Agg.}}{\% \text{ Agg.}} + \frac{\% \text{ Binder}}{\% \text{ Binder}}$$

$$= \frac{\% \text{ Agg.}}{\% \text{ Agg.}} + \frac{\% \text{ Binder}}{\% \text{ Binder}}$$

$$i = \text{Volume \% total binder}$$

$$b \times g$$

$$= \frac{b \times g}{\% \text{ Binder}}$$

$$= \frac{b \times g}{\% \text{ Binder}}$$

$$j = \text{Volume \% total aggregate.}$$

$$(100 - b) \times g$$

$$= \frac{(100 - b) \times g}{\% \text{ aggregate}}$$

$$= \frac{(100 - b) \times g}{\% \text{ aggregate}}$$

$$k = \text{Volume \% total voids}$$

$$= 100 - i - j$$

$$l = \text{Voies \% Aggregate}$$

$$= 100 - j$$

$$m = \text{Voies \% filled with binder}$$

$$= i/j \times 100$$

$$n = \text{Voies total mix}$$

$$= 100 - (100 \times g / b)$$

$$p = \text{Stabilites/Proving ring.}$$

$$q = \text{Stabilites after corrected proving ring (lbs)}$$

$$r = \text{Stabilites after corrected with volume (kg)}$$

$$s = \text{Flow (0.001 inch)}$$

$$t = \text{Flow (mm)}$$

$$u = \text{Marshall's Quotient (kg/mm)}$$

$$= q \times 9.8 / (1000 \times s)$$

Megetabus,  
KEPRAK LABORATORIUM PERKULIAHAN

Asphalt Penetration 60/70 Spec No. 1145 C)

Asphalt Penetration 60/70 Spec No. 1145 C)

NO.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
75x	9.00	1183.5	1199.1	1199.1	649.0	550.1	2.151	2.338	18.690	73.326	7.984	26.674	70.068	7.984	1920	15360	6206.4	261	7.15	8.507
75x	10.00	1174.0	1187.2	1187.2	643.0	544.2	2.157	2.306	20.523	72.718	6.459	27.282	76.326	6.459	2125	17000	7177.7	327	8.30	8.475
75x	11.00	1176.5	1187.4	1187.4	648.0	539.4	2.161	2.275	23.159	72.704	4.137	27.296	84.844	4.137	2098	16784	7086.5	331	8.40	8.268
75x	12.00	1180.5	1187.6	1187.6	651.0	536.6	2.200	2.245	25.482	72.508	2.010	27.492	92.690	2.010	1765	14120	6154.1	337	8.55	7.054
75x	13.00	1172.3	1174.0	1174.0	642.0	532.0	2.204	2.216	27.651	71.802	0.547	28.198	98.959	0.547	1257	10056	4382.8	355	9.02	4.762

## KETERANGAN :

a = % Binder/100 part of aggregate.

b = % Binder by weight of mix.

c = Weight in air (grams).

d = Weight in SSD condition (grams).

e = Weight in water (grams).

f = Volume =  $d - e$  (cc).

g = Density bulk =  $c/f$  (gr/cc).

Gs Aggregate = 2.67

Gs Binder = 1.030

Ksi. proving ring = 5

h = Density Maximum Theoritis

=  $\frac{100}{100}$ 

=  $\frac{\% \text{ Agg.}}{\% \text{ Agg.}} + \frac{\% \text{ Binder}}{\% \text{ Binder}}$ 

i = Volume % total binder

=  $\frac{b \times g}{b \times g}$ 

j = Volume % total aggregate.

=  $\frac{100 - b}{100 - b}$ 

k = Marshall Buolient (kN/mm²)

=  $q \times 9.8 / (s \times 1000)$ 

l = Marshall Buolient (kN/mm²)

=  $q \times 9.8 / (s \times 1000)$ 

k = Volume % total voids

=  $100 - i - j$ 

j = Voids % Aggregate

=  $100 - i$ 

m = Voids % filled with binder

=  $i/j \times 100$ 

n = Voids total mix

=  $100 - (100 \times g / h)$ 

o = Stabilites/Proving ring.

p = Stabilites after corrected proving ring (lbs)

q = Stabilites after corrected with volume (kg)

r = Flow (0.001 inch)

s = Flow (mm)

t = Marshall Buolient (kN/mm²)

=  $q \times 9.8 / (s \times 1000)$ 

u = Marshall Buolient (kN/mm²)

=  $q \times 9.8 / (s \times 1000)$ 

KETERANGAN :

NO.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
75%		10.00	1182.5	1204.4	653.0	531.4	2.183	2.306	20,875	72,899	6,326	27,101	77,028	5,326	1699	12872	5201.1	242	6.15	8.29
75%		11.00	1185.7	1189.8	641.0	548.8	2.157	2.275	22,901	71,896	5,202	26,104	81,489	5,202	1435	11480	4638.6	283	7.20	6.31
75%		12.00	1191.8	1194.1	654.0	540.1	2.207	2.245	25,559	72,728	1,713	27,272	93,720	1,713	1172	9376	3958.7	322	9.70	4.00
75%		13.00	1183.3	1195.7	648.0	541.7	2.194	2.216	27,526	71,472	0.995	28,522	96,511	0.995	965	7720	3259.5	464	11.78	2.71

**CATERMANN :**

a = % Binder/100 part of aggregate.  
 t = % Binder by weight of mix.  
 z = Weight in air (grams).  
 d = Weight in 250 Condition (grams).  
 e = Weight in water (grams).  
 f = Volume = d - e (cc).  
 g = Density bulk = e/f (gr/cc).

h = Density Maximum Theoretic  
 100

k = Values & total voids

= 100 - i - j.

l = Voids % Aggregate

= 100 - j.

m = Voids & filled with binder

= 101 x 100

n = Voids total mix

= 100 - (100 x g / h)

Gr Aggregate = 21.57

Gr Binder

o = Stabilites, Proving Ring.

p = Stabilites after corrected proving ring (lbs)

q = Stabilites after corrected with volume (lb)

r = 100 (Gravel / sand)

s = 100 (Gravel)

t = Marshall Coefficient (lb/in)

= 0.5 x 100 / 1000 x 1.5

Notes:

USPSAL 58821995 24 - 49 (30 C)

Aspal Penetrasi 40 - 50 ( 30 C )

NO.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
75x		9,00	1214,7	1221,3	658,0	563,3	2,156	2,338	18,733	73,495	7,772	26,505	70,679	7,772	1794	14352	5603,6	304	7,730	7,10
75x		11,00	1200,2	1202,9	662,0	540,9	2,224	2,275	23,613	74,130	2,258	25,870	91,273	2,258	1830	14640	6181,3	342	8,680	6,97
75x		13,00	1188,4	1189,5	652,0	537,5	2,213	2,216	27,770	72,110	0,121	27,890	99,567	0,121	1465	11720	4948,4	379	9,620	5,04

KETERANGAN :

a = 1 Binder/100 part of aggregate.

b = 1 Binder by weight of mix.

c = Weight in air (grams).

d = Weight in SSD Condition (grams).

e = Weight in water (grams).

f = Volume =  $d - e$  (cc).

g = Density bulk =  $c/f$  (gr/cc).

h = Density Maximum Theoritis  
100

$$= \frac{\frac{1}{\text{Agg.}} + \frac{1}{\text{Binder}}}{\frac{1}{\text{Agg.}} + \frac{1}{\text{Binder}}}$$

i = Volume 1 total binder  
 $b \times g$

$$= \frac{\text{Gs Binder}}{\text{Gs Agg.}}$$

j = Volume 1 total aggregate.  
 $(100 - b) \times g$

$$= \frac{\text{Gs aggregate}}{\text{Gs Binder}}$$

Gs Aggregate = 2,67

Gs Binder = 1,036

kal. proving ring = 8

k = Volume 1 total voids

$$= 100 - i - j.$$

l = Voids 1 Aggregate

$$= 100 - j.$$

m = Voids 1 filled with binder

$$= i/f \times 100$$

n = Voids total mix

$$= 100 - (100 \times g / h)$$

o = Stabilitas/Proving ring.

p = Stabilitas after corrected proving ring (lbs)

q = Stabilitas after corrected with volume (kg)

r = Flow (0.001 inch)

s = Flow (mm)

t = Marshall Quotient (kN/mm)

$$= q \times 9,8 / (1000 \times s)$$

Mengetahui,  
KEPALA LABORATORIUM PERHUBUNGAN

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
5.00	1182.0	1200.9	663.9	537.0	2.220	2.338	19.283	75.654	5.063	24.346	79.206	5.063	1040	8320	3512.9	273	6.940	4.951	
10.00	1158.0	1175.5	641.0	512.5	2.254	2.306	21.761	75.991	2.249	24.009	90.634	2.249	870	6960	3159.8	276	7.000	4.424	
11.00	1135.8	1157.3	641.0	536.6	2.232	2.275	23.687	74.394	1.909	25.606	97.546	1.909	815	6520	2752.9	310	7.870	3.478	

2015年12月15日

Weight of RL:

$\frac{1}{\sqrt{2}}$

$$L = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} dt \int_{-\infty}^{\infty} dx \left( \frac{1}{2} \dot{\phi}^2 + \frac{1}{2} \phi'^2 + \frac{1}{2} \phi^4 \right)$$
[illegible]

11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847

**Abstract**

1-2  
3-4  
5-6  
7-8  
9-10  
11-12  
13-14  
15-16  
17-18  
19-20  
21-22  
23-24  
25-26  
27-28  
29-30  
31-32  
33-34  
35-36  
37-38  
39-40  
41-42  
43-44  
45-46  
47-48  
49-50  
51-52  
53-54  
55-56  
57-58  
59-60  
61-62  
63-64  
65-66  
67-68  
69-70  
71-72  
73-74  
75-76  
77-78  
79-80  
81-82  
83-84  
85-86  
87-88  
89-90  
91-92  
93-94  
95-96  
97-98  
99-100  
101-102  
103-104  
105-106  
107-108  
109-110  
111-112  
113-114  
115-116  
117-118  
119-120  
121-122  
123-124  
125-126  
127-128  
129-130  
131-132  
133-134  
135-136  
137-138  
139-140  
141-142  
143-144  
145-146  
147-148  
149-150  
151-152  
153-154  
155-156  
157-158  
159-160  
161-162  
163-164  
165-166  
167-168  
169-170  
171-172  
173-174  
175-176  
177-178  
179-180  
181-182  
183-184  
185-186  
187-188  
189-190  
191-192  
193-194  
195-196  
197-198  
199-200  
201-202  
203-204  
205-206  
207-208  
209-210  
211-212  
213-214  
215-216  
217-218  
219-220  
221-222  
223-224  
225-226  
227-228  
229-230  
231-232  
233-234  
235-236  
237-238  
239-240  
241-242  
243-244  
245-246  
247-248  
249-250  
251-252  
253-254  
255-256  
257-258  
259-260  
261-262  
263-264  
265-266  
267-268  
269-270  
271-272  
273-274  
275-276  
277-278  
279-280  
281-282  
283-284  
285-286  
287-288  
289-290  
291-292  
293-294  
295-296  
297-298  
299-300  
301-302  
303-304  
305-306  
307-308  
309-310  
311-312  
313-314  
315-316  
317-318  
319-320  
321-322  
323-324  
325-326  
327-328  
329-330  
331-332  
333-334  
335-336  
337-338  
339-340  
341-342  
343-344  
345-346  
347-348  
349-350  
351-352  
353-354  
355-356  
357-358  
359-360  
361-362  
363-364  
365-366  
367-368  
369-370  
371-372  
373-374  
375-376  
377-378  
379-380  
381-382  
383-384  
385-386  
387-388  
389-390  
391-392  
393-394  
395-396  
397-398  
399-400  
401-402  
403-404  
405-406  
407-408  
409-410  
411-412  
413-414  
415-416  
417-418  
419-420  
421-422  
423-424  
425-426  
427-428  
429-430  
431-432  
433-434  
435-436  
437-438  
439-440  
441-442  
443-444  
445-446  
447-448  
449-450  
451-452  
453-454  
455-456  
457-458  
459-460  
461-462  
463-464  
465-466  
467-468  
469-470  
471-472  
473-474  
475-476  
477-478  
479-480  
481-482  
483-484  
485-486  
487-488  
489-490  
491-492  
493-494  
495-496  
497-498  
499-500  
501-502  
503-504  
505-506  
507-508  
509-510  
511-512  
513-514  
515-516  
517-518  
519-520  
521-522  
523-524  
525-526  
527-528  
529-530  
531-532  
533-534  
535-536  
537-538  
539-540  
541-542  
543-544  
545-546  
547-548  
549-550  
551-552  
553-554  
555-556  
557-558  
559-560  
561-562  
563-564  
565-566  
567-568  
569-570  
571-572  
573-574  
575-576  
577-578  
579-580  
581-582  
583-584  
585-586  
587-588  
589-590  
591-592  
593-594  
595-596  
597-598  
599-600  
601-602  
603-604  
605-606  
607-608  
609-610  
611-612  
613-614  
615-616  
617-618  
619-620  
621-622  
623-624  
625-626  
627-628  
629-630  
631-632  
633-634  
635-636  
637-638  
639-640  
641-642  
643-644  
645-646  
647-648  
649-650  
651-652  
653-654  
655-656  
657-658  
659-660  
661-662  
663-664  
665-666  
667-668  
669-670  
671-672  
673-674  
675-676  
677-678  
679-680  
681-682  
683-684  
685-686  
687-688  
689-690  
691-692  
693-694  
695-696  
697-698  
699-700  
701-702  
703-704  
705-706  
707-708  
709-710  
711-712  
713-714  
715-716  
717-718  
719-720  
721-722  
723-724  
725-726  
727-728  
729-730  
731-732  
733-734  
735-736  
737-738  
739-740  
741-742  
743-744  
745-746  
747-748  
749-750  
751-752  
753-754  
755-756  
757-758  
759-760  
761-762  
763-764  
765-766  
767-768  
769-770  
771-772  
773-774  
775-776  
777-778  
779-780  
781-782  
783-784  
785-786  
787-788  
789-790  
791-792  
793-794  
795-796  
797-798  
799-800  
801-802  
803-804  
805-806  
807-808  
809-810  
811-812  
813-814  
815-816  
817-818  
819-820  
821-822  
823-824  
825-826  
827-828  
829-830  
831-832  
833-834  
835-836  
837-838  
839-840  
841-842  
843-844  
845-846  
847-848  
849-850  
851-852  
853-854  
855-856  
857-858  
859-860  
861-862  
863-864  
865-866  
867-868  
869-870  
871-872  
873-874  
875-876  
877-878  
879-880  
881-882  
883-884  
885-886  
887-888  
889-890  
891-892  
893-894  
895-896  
897-898  
899-900  
901-902  
903-904  
905-906  
907-908  
909-910  
911-912  
913-914  
915-916  
917-918  
919-920  
921-922  
923-924  
925-926  
927-928  
929-930  
931-932  
933-934

	4
1	7
<	2
=	1
	11
	6
	12
	77
	2
	29
(1)	11
	18

11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

31110044 Maxima Report

100

-----

2 Aug. 1 Binder

65 Aug. 65 Kinder

$$i = \text{value of total binder}$$

三  
 二  
 一

- 1 -

சுடி பிள்ளை

$$= \text{Volume} \times \text{total} \text{ appearance.}$$

(100 - 20)

1

53. arranging

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
84

spiral length,  $\lambda$  =

$$= 109 - i - j,$$

! = Voids &amp; Aggregate

100 - 3.

void fill\_with\_higher

$$= i/\hbar$$
$$n = \text{voids to be filled}$$
$$= 100 - 100 = 0 \text{ kPa}$$
$$u = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + \sqrt{1 - 4\alpha}}{1 - \sqrt{1 - 4\alpha}}$$

\*First Published in 1987

[illegible]

$\text{C}(\text{H}_2\text{O})_n$

```
if $? == 0
```

$\mathcal{H} = \{ \mathbf{h}_1, \mathbf{h}_2, \dots, \mathbf{h}_M \}$

[illegible]

Montealegre,



Pemeriksaan

P E N E T R A S I

(.....)

(.....)

rt.No. :  
ontoh dari :  
enis bahan :  
erime tanggal :  
ikerjakan tanggal :  
elesei tanggal :

	Contoh dipanaskan	Pembacaan waktu	Pembac. suhu Oven
Pembukaan	Mulai jam :	..... 9 <sup>00</sup> .....	Temp : .....
ontoh	Selesai jam :	..... 9 <sup>47</sup> .....	
endinginkan	Dibiarkan pada		
ontoh	suhu ruang		
	Mulai jam :	..... 9 <sup>50</sup> .....	
	Selesai jam :	..... 10 <sup>28</sup> .....	
encapai su	Direndam pd 25 <sup>0</sup> C		Pembac. Waterbath
u pemerike	Mulai jam :	..... 10 <sup>30</sup> .....	Temp : 25 <sup>0</sup> C .....
aan	Selesai jam :	..... 11 <sup>30</sup> .....	
emeriksaan	Penetrasi pd 25 <sup>0</sup> C		Pembac. suhu
	Mulai jam :	..... 11 <sup>40</sup> .....	penetrometer
	Selesai jam :	..... 11 <sup>40</sup> .....	Temp : 25 <sup>0</sup> C .....

Hasil Percobaan :

Penetrasi pada :		I	II	III	IV	V	VI
... <sup>0</sup> C, ...gr, ...detik							
Pengamatan	1	64	65	.....	.....	.....	.....
	2	65	66	.....	.....	.....	.....
	3	63	64	.....	.....	.....	.....
	4	64	64	.....	.....	.....	.....
	5	66	63	.....	.....	.....	.....
	6	66	65	.....	.....	.....	.....

Penetrasi rata-rata:

kesulitan :

Pemeriksaan :

Disetujui:

1. ....

2. ....

( ..... )

Pemeriksaan  
D A K T I L I T A S  
(.....)

Prt.no :  
Contoh dari :  
Jenis contoh :  
Terima tgl :  
Dikerjakan tgl :  
Selesai tgl :  
Asmin. Pen.  
60/70

	Contoh dipanaskan	Pembacaan waktu	Pembacaan suhu Oven
mbukaan ntah	Mulai jam : Selesai jam :	..... 9 <sup>00</sup> ..... ..... 9.47 ..... ..... 9.50 ..... ..... 10.28 .....	Temp : .....
ndinginkan ntah	Dididihkan pada suhu ruang		
ncapai suhu meriksaan	mulai jam : Selesai jam : Direfikan pada suhu 25°C	..... 10.30 ..... ..... 11.00 ..... ..... 11.05 .....	Pembac. suhu- waterbath Temp: 45°C.
meriksaan	Daktilitas pd 25°C Mula jam : Selesai jam :	..... 11.34 .....	Pembacaan su- hu alat Temp : 25°C

Daktilitas pada ....°C .. cm permen	Pembacaan pengukur pada alat	Keterangan
ngamatan I	..... 135 ..... ..... 135.5 .....	Aspal memenuhi syarat. Batas minimum 100cm
ngamatan II	..... 135.25 .....	
Daktilitas rata-rata	..... 135.25 .....	

Diperiksa,

Disetujui,

(.....)



# LABORATORIUM PERHUBUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA

## LOS ANGELES ABRASION TEST.

Tjontoh : Lab. Perhubungan FTSP-ITS

Projek : \_\_\_\_\_

Tempat : Lab. Perhubungan FTSP-ITS

Diterima tanggal : \_\_\_\_\_

Diperiksa tanggal : \_\_\_\_\_

GRADING OF TEST SAMPLE : C

Sieve Size		Berat dalam gram (A)		Berat dalam gram (B)	
Passing	Retained on	a Sebelum	b Setelah	a Sebelum	b Setelah
3 in	2 1/2 in				
2 1/2 in	2 in				
2 in	1 1/2 in				
1 1/2 in	1 in				
1 in	3/4 in				
3/4 in	1/2 in				
1/2 in	3/8 in				
3/8 in	1/4 in	2500			
1/4 in	No. 4	2500			
No. 4	No. 8				
	No. 12		3410		
Jumlah berat		5000	3410		

Banjakanja yang aus adalah :

A. a = 5000 gram  
b = 3410 gram  
c = 1590 gram

$$\frac{c}{a} \times 100\% = \frac{1590}{5000} \times 100\% = 31.8\%$$

Banjakanja yang aus adalah :

B. a = \_\_\_\_\_ gram  
b = \_\_\_\_\_ gram  
c = \_\_\_\_\_ gram

$$\frac{c}{a} \times 100\% = \frac{\quad}{\quad} \times 100\% = \quad\%.$$

Mengetahui,

Surabaya, tgl. \_\_\_\_\_ 19. \_\_\_\_

## Pemeriksaan

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIRRAGAT KASAR

PB - 0202 - 76

Pkt.no :  
 Contoh dari :  
 Jenis contoh :  
 Tarima tgl :  
 Diperiksa tgl :  
 Selesai tgl :

PENGUJIAN :

- Benda uji direndam selama = 24 jam
- Berat benda uji kering oven tertahan se-  
rangan no 8 = 5000 gram (Bk)
- Berat benda uji kering permukaan jenuh = 5084 gram (Dj)
- Berat benda uji dalam air = 3176 gram (Ba)

PERHITUNGAN :

a. Berat jenis (Bulk Specific Gravity)

$$= \frac{Bk}{Dj - Ba} = \frac{5000}{5084 - 3176} = 2,621$$

b. Berat jenis kering permukaan jenuh  
(Saturated Surface Dry)

$$= \frac{Dj}{Dj - Ba} = \frac{5084}{5084 - 3176} = 2,665$$

c. Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity)

$$= \frac{Bk}{Bk - Ba} = \frac{5000}{5000 - 3176} = 2,741$$

PERHITUNGAN

$$= \frac{Dj - Bk}{Bk} \times 100\% = \frac{5084 - 5000}{5000} \times 100\% = 1,68\%$$

Pemeriksaan

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

PB-0203-76

Prt.no :  
Contoh dari :  
Jenis contoh :  
Terima tgl :  
Diperiksa tgl :  
Selesai tgl :

PENGUJIAN :

- Benda Uji direndam selama : 2.4 jam
- Berat benda uji kering permukaan jenuh (500g) : 500 gram
- Berat Picnometer diisi air (25°C) (B) : 6.81 gram
- Berat picnometer + Benda uji SSD + air(25°C) : 9.99.5 gram
- (Bt)
- Berat benda uji kering oven (Bk) : 4.90 gram

PERHITUNGAN :

a. Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)

$$: \frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} = \underline{2.70}$$

b. Berat Jenis permukaan jenuh (Saturated Surface Dry)

$$: \frac{500}{(B + 500 - Bt)} = \underline{2.76}$$

c. Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)

$$: \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} = \underline{2.86}$$

PENYERAPAN :

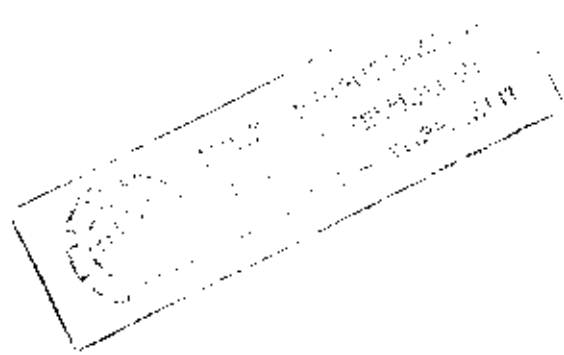
$$\frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100 \% = \underline{2.12 \%}$$

Surabaya,

19

Disetujui,

Diperiksa,



## II. SARAN

1. Pada pelaksanaan pencampuran bitumen asbuton long residu dan latex harus diawasi secara Khusus, Karena hasil pencampuran sangat dipengaruhi oleh temperatur. Jadi untuk mendapatkan campuran yang sesuai rencana, maka langkah - langkah pada point 3.3.
2. Untuk dapat memanfaatkan asbuton lebih banyak, maka perlu ekstraksi bitumen asbuton. Sampai saat ini belum didapatkan cara termurah untuk ekstraksi bitumen asbuton. Asbuton banyak mengandung mineral filler, sedangkan kadar filler dalam campuran dibatasi, maka pemakaian asbuton harus dibatasi. Dengan mahalnya harga ekstraksi bitumen asbuton ini, maka perlu dikembangkan penelitian tentang pemakain asbuton sebagai perkerasan jalan agar pemakain asbuton dapat "ready for use" sehingga dapat bersaing dengan aspal minyak.
3. Mengingat harga aspal minyak selalu naik terus, sedang persediaan asbuton sangat banyak, maka perlu studi khusus tentang pemakain asbuton, agar dapat memanfaatkan asbuton sebanyak mungkin dengan biaya lebih murah dan dapat bersaing dengan pemakaian aspal minyak yang ada sekarang.